

**第4会場** (食品衛生・薬事衛生、環境保健)

No. 1～3 座長 森川 博夫 (栃木県薬務課長)  
 No. 4～7 座長 大原 智子 (栃木県県東健康福祉センター所長)  
 No. 8～11 座長 久保 昌幸 (栃木県廃棄物対策課長)

| No. | 演 題                                     | 発表者名   | 発表者所属            | 区 分       | 頁   | 予定時刻  |
|-----|---|--------|------------------|-----------|-----|-------|
| 1   | 漢方エキス製造におけるGMPの考え方について                  | 田村 真   | ジェーピーエス製薬株式会社    | 食品衛生・薬事衛生 | 137 | 13:35 |
| 2   | 品質レベル向上のためLIMSの導入-分析時間短縮・データの二次活用をめざして- | 半田 裕久  | 日本サーファクタント工業株式会社 | 食品衛生・薬事衛生 | 140 | 13:45 |
| 3   | ニーズを捉えた新製品開発について                        | 中島 正弘  | 不二ラテックス株式会社      | 食品衛生・薬事衛生 | 143 | 13:55 |
| 4   | にら中の残留農薬迅速検査法における妥当性評価について              | 若林 勇輝  | 保健環境センター         | 食品衛生・薬事衛生 | 145 | 14:05 |
| 5   | 牛枝肉表面から分離されたクロストリジウム属菌について              | 白井 幸路  | 県北食肉衛生検査所        | 食品衛生・薬事衛生 | 148 | 14:15 |
| 6   | 流通食品等の放射性物質検査について (第2報)                 | 徳田 侑子  | 保健環境センター         | 食品衛生・薬事衛生 | 151 | 14:25 |
| 7   | 簡易専用水道検査における過去10年間の行政報告の検証について          | 海老原 潤一 | (公財) 栃木県保健衛生事業団  | 環境保健      | 154 | 15:15 |
| 8   | 河床付着物に係る苦情への対応事例について                    | 中島 麻依子 | 保健環境センター         | 環境保健      | 157 | 14:35 |
| 9   | 栃木県における光化学オキシダント (Ox) の特性解析調査 (第4報)     | 齋藤 由実子 | 保健環境センター         | 環境保健      | 160 | 14:45 |
| 10  | BOD測定のための希釈水の検討について                     | 野中 貴子  | 県北健康福祉センター       | 環境保健      | 163 | 14:55 |
| 11  | 志渡湊川の河川汚濁機構解明調査                         | 赤羽 則臣  | 保健環境センター         | 環境保健      | 166 | 15:05 |



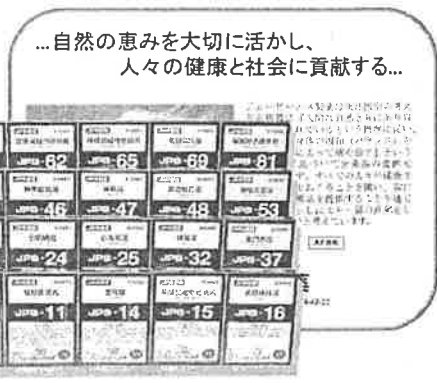
〔演題〕 漢方エキス製造におけるGMPの考え方について

〔所属〕 ジェーピーエス製薬株式会社 製品開発部

〔氏名〕 ○田村 真

はじめに

ジェーピーエス製薬株式会社は「自然の恵みを大切に活かし、人々の健康と社会に貢献する」を経営理念とし、主に漢方製剤を中心に医薬品、健康食品を製造販売している製薬企業です。今回、漢方製剤の有効成分である漢方エキスの製造における弊社での GMP 管理の手法をご紹介します。

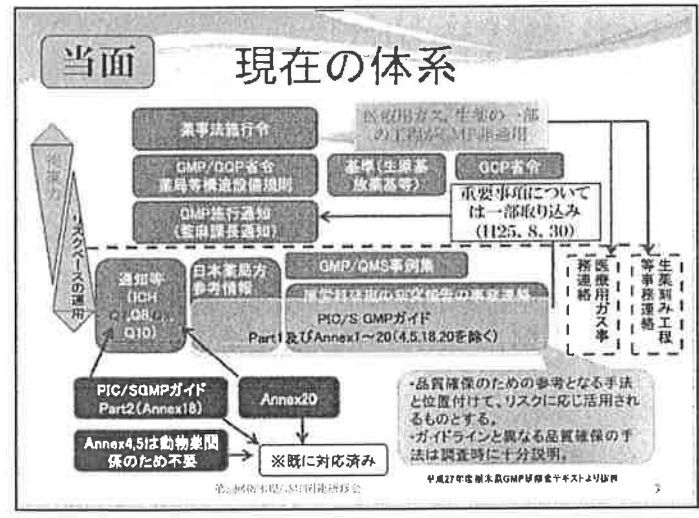


漢方 GMP について

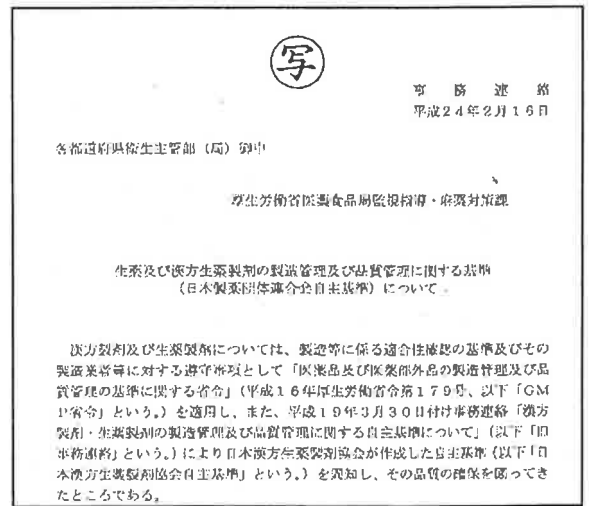
PIC/S の加盟申請に先立ち、PIC/S GMP ガイドのアネックス 7 (植物性医薬品) 等と国内の GMP 関連法令等とのギャップ分析を行った結果、それまで GMP が非適用であった生薬の「刻み」のみを行う製造所についての手当て等、新たな基準作りが必要となりました。

これを受け、それまで日本国内における漢方・生薬製剤に関する GMP 基準の一つであった日本漢方生薬製剤協会 (日漢協) の自主基準 (「漢方製剤・生薬製剤の製造管理及び品質管理に関する自主基準

(漢方 GMP)」) を基に、生薬の刻みのみを行う製造所における製造管理及び品質管理に関する事項について、15 項目の内容を追加したほか、PIC/S GMP ガイドのアネックス 7 等の内容と整合性を図り、「生薬及び漢方生薬製剤の製造管理及び品質管理に関する自主基準 (日本製薬団体連合会自主基準)」が平成 24 年 2 月に制定されました。



日薬連自主基準



現在のGMPの体系

これをはじめ、国内の GMP 関連法令等が整備され、2014 年 7 月に日本が 45 番目の加盟当局として無事に認められました。

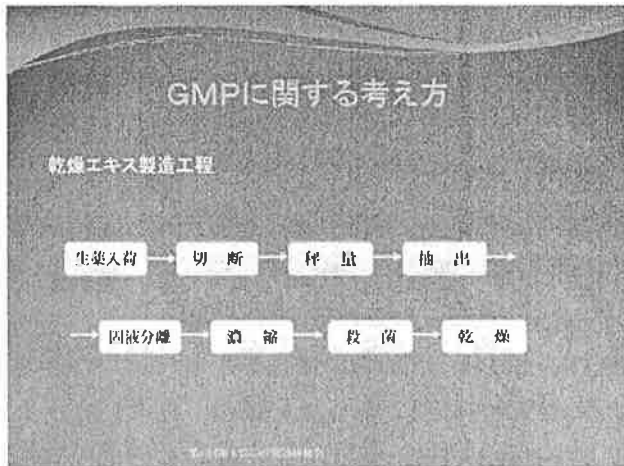
各工程の管理

漢方エキス製剤においては、その品質は漢方エキスの物理的性質で全て決まってしまう。ただし、漢方エキスの原料である生薬は天然物であることから、その品質は非常にバラエティーに富んでおり、生薬の品質の見極めは重要です。また、漢方エキスの製造についても、その各工程において、管理を厳重にしなければ、漢方エキスの物性が大きく変わってしまうことがあります。今回、漢方エキスの製造にあたり、上記の「生薬及び漢方生薬製剤の製造管理及び品質

管理に関する自主基準（日本製薬団体連合会自主基準）」（以下「自主基準」という）に記載のある管理項目をはじめ、漢方エキスの特異性に基づき管理すべき事項について、ご紹介させていただきます。

漢方処方乾燥エキスの製造工程は以下のフローとなります。

### 乾燥エキス製造フロー



工程毎に特徴的な管理項目を挙げていきます。

#### 1. 生薬入荷

自主基準では生薬原料そのものや、その供給源、検体採取、形態学的品質を含む鑑定及びその取扱いについて、自ら又は必要に応じて実地に管理させる「生薬を管理する責任者（以下「生薬管理責任者」という）」をその品質部門に置かなければならないこととなっています。生薬管理責任者は

#### 生薬管理責任者の要件

生薬に関して、専門知識があり、取扱を熟知している者でなければなりません。

生薬が入荷したときに生薬管理責任者が実施しなければならない事項として、「鑑別」、「形態学的品質評価」、「基原」、「産地確認」、「残留農薬の分析」、「重金属」、「微生物汚染」、「指標成分分析」があります。

#### 2. 生薬切断

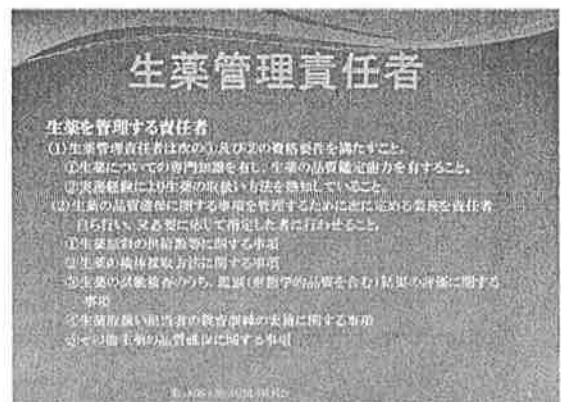
生薬成分がエキスへ移行するためには、生薬の刻み粒度を細かくすることが必要ですが、あまり細かく刻みを行うことは後々の製剤化工程並びに製剤の品質に大きな影響を及ぼしてしまふことがあります。例えば、デンプンを多く含む生薬について、その粒度を管理していないと製剤の崩壊性が大きく変わってしまいます。製剤の適切な品質を毎ロット担保するためには、適切な粒度を規定し運用していかなければなりません。

#### 3. 秤量

まず、各生薬の中には指標成分というものがあるものがあります。これは決して薬効成分というわけではありませんが、各生薬に特異に含まれる成分を指します。各生薬の指標成分は、エキスにおいて含量規格として設定されている場合が多く見られます。ただし、生薬は天然物であるために、その指標成分含量はロット毎に大きくばらついていて、そのまま秤量してエキスを製造するとエキスの成分含量が大きくばらつくこととなり、ロット毎の品質が一定となりません。そこで、毎ロットのエキスの成分含量が一定となるように、生薬の指標成分含量を一定とするよう、数ロットの生薬を組み合わせる秤量を行う必要があります。そのため、常時同一の生薬について、その含量違いのものを数ロットを在庫として確保しなければなりません。

#### 4. 抽出・固液分離

漢方エキスの抽出では、抽出時間は重要ですが、その他に、抽出温度に至るまでの昇温に係る時間も重要な管理項目です。初期水温が冬と夏で異なりますが、最終的な昇温時間は一定時間で管理すること



が重要です。そのため、一定時間で昇温させるために抽出装置はプログラムにより管理を行っているので、CSV等の管理が必要となります。

併せて、抽出液と生薬残渣を分離させるときの分離方法はいろいろありますが、弊社では遠心分離による固液分離とその分離液を篩に通過させることにより、生薬の粉末も分離除去する方法を採用しております。このとき、篩のサイズは重要な管理項目となります。

#### 5. 濃縮・殺菌

抽出液はスプレードライによる乾燥をしやすいように、事前に抽出液を濃縮をする必要があります。このとき、濃縮液への酸化等のダメージが少なくなるよう、弊社では低温・短時間で濃縮をしております。このときの温度管理は重要な項目となります。また、濃縮液をどの濃度にするかは重要であり、適正な濃度で管理しないと、後の乾燥工程において、缶体への付着が起こってロスが多くなったり、完成したエキスの色調が大きくことになってしまい、最終的に製剤の色調がかわってしまうという現象が生じてしまいます。また、乾燥エキスの物理的性質にも影響することから、後の製剤化工程において、予期しないような異常が起こる可能性があります。それぞれの漢方処方の特異に管理する必要があります。

また、生薬は天然物であるので、菌数は最終的にエキスにおいて、管理する必要があります。弊社では、乾燥エキスについては全て殺菌しており、常時、生菌数のモニタリングを実施しています。



#### おわりに

これまで、漢方エキス製造時の GMP 管理について述べさせていただきました。弊社では現在製造している漢方エキスの処方数はのべ 140 処方以上あり、これらはそれぞれエキスの物性等が大きく異なります。弊社では過去からの経験と最新の技術・知識に基づき、それぞれの漢方エキスの特徴を考慮しながらエキス製造の GMP 管理を行っております。

今後もお客様により安全で良い製品をお届けするために、より一層努力してまいります。

## 品質管理レベル向上のためLIMSの導入

### -分析時間短縮・データの二次活用をめざして-

日本サーファクタント工業株式会社 品質保証部 ○半田裕久

#### 1. はじめに

今年で日光ケミカルズは創業70周年、日本サーファクタント工業は創業60周年を迎えることが出来ました。

私たち日本サーファクタント工業は、主として化粧品・トイレタリー・医薬品などの原料や技術・サービス・情報の提供を行うなどパーソナルケア製品の製品化をトータルにサポートする日光ケミカルズを中心としたNIKKOLグループに属し、界面活性剤などを製造しています。

今回は「品質管理レベル向上のためLIMSの導入-分析時間短縮・データの二次活用をめざして-」と題して分析データの集約にLIMSを導入した過程をご報告させていただきます。

#### 2. LIMS導入について

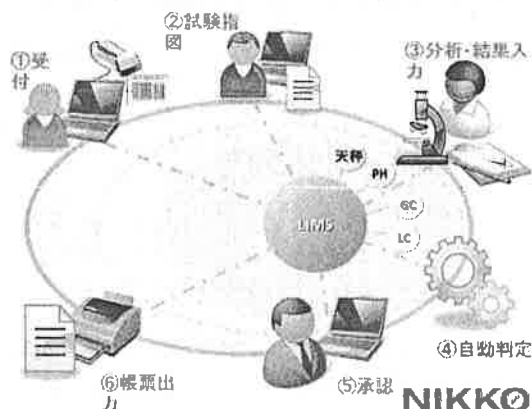
##### 2-1. LIMSとは

Laboratory Information Management Systemの略であり「品質情報管理システム」です。分析依頼から始まり作業指図書発行、分析データの管理、分析作業の進捗管理、データの承認、帳票の出力といった分析業務に関する一連のデータと情報を一元管理できるシステムです。

日本サーファクタント工業株式会社  
NIPPON SURFACTANT KOGYO K.K.

## LIMSとは

Laboratory Information Management System(品質情報管理システム)



##### 2-2. LIMS導入スケジュール

従来は紙が主体の分析業務でしたので定着化に重点を置くためLIMS導入に際して「導入」までと「定着化」の2つのフェーズにスケジュールを分けました。

#### 3. 導入実務について

##### ①現業務手順のフロー化

紙主体の 試験試料のサンプル採取→試験依頼→試験計画作成→試験実施→検査報告書記入→合否判定 までの業務手順をフロー化し、可視化しました。

## ②LIMS導入後の手順のフロー化

LIMS導入後の 試験試料のサンプル採取→試験依頼→試験計画作成→試験実施→検査報告書記入→合否判定 までの業務手順をフロー化し、可視化しました。

## ③各工程での責任権限の決定

各作業工程における責任・権限を明確化しました。

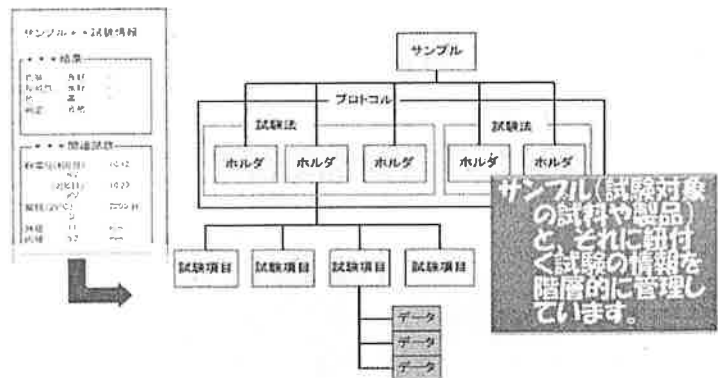
作業個人が特定できるようにLIMSのログインIDとパスワードは各人それぞれに設定し、検査員それぞれに責任・権限を設定しました。

## ④実務的なLIMS導入作業 マスターデータ登録

LIMSはサンプル（試験対象の試料や製品）と、それに紐づく試験の情報を階層的に管理する構造です。それぞれの階層に必要な情報を登録しました。

日本サーファクタント工業株式会社  
NIPPON SURFACTANT KOGYO K.K.

## 試験情報基本構造



NIKKOL GROUP

### ④-1. 試験項目マスタ

試験方法に必要な『項目』を設定しました。

### ④-2. ホルダマスタ

試験項目を1つの試験のまとめりとしてグループにわけ、1つの試験パターンとしてまとめました。

### ④-3. プロトコルマスタ

ホルダ（試験項目を1つの試験のまとめりとしたもの）を1つの試験パターンとしてまとめました。

### ④-4. 規格マスタ

それぞれの製品ごとの規格値（幅）を設定しました。

### ④-5. サンプルマスタ

サンプルコード、規格コード、プロトコルコードを紐づけました。

日本サーファクタント工業株式会社  
NIPPON SURFACTANT KOGYO K.K.



NIKKOL GROUP

⑤. 導入から定着へ

従来の紙ベースでの分析業務と LIMS を並行して実施し、定着化を試みました。

- 1 : 2014 年 09 月～2014 年 12 月 紙>LIMS
- 2 : 2015 年 01 月～2015 年 03 月 紙<LIMS
- 3 : 2015 年 04 月～ 社内関係各部署に周知し LIMS 主体へ

4. 導入の効果と今後の展開について

⑥. 導入の効果

- ・ 転記作業の必要が無くなりました。
- ・ 試験終了と合否判定のタイミングを合わせる事が出来るようになりました。

⑦. 今後の展開

LIMS のもつ統計機能を利用して、今現在の水準が管理できる仕組みを検討中です。

日本サーファクタント工業株式会社  
NIHON SURFACTANT KOGYO K.K.



日本サーファクタント工業株式会社  
NIHON SURFACTANT KOGYO K.K.





[演題] ニーズを捉えた新製品開発について

[所属] 不二ラテックス株式会社 医療機器本部 技術課 [氏名] ○中島 正弘

[本文]

## 1. 目的

新製品開発時の目標設定と評価について説明します。

## 2. 対象

当社では氷と水を入れて冷やす水枕、冷凍庫に入れても硬くならない枕、化学反応を利用して冷やさずに使用できる枕など、各種タイプの冷却枕を取り扱っています。これらの経験を活かした新型水枕の開発過程を例にニーズの捉え方、目標達成方法を本講演でお話します。

## 3. 新製品開発の流れ

新製品は、既存製品の改良や自社の知見を元に進化させることが多く、効率的に製品開発を行うため、当社では下記のフローで開発を進めています。

### I. ニーズの把握

II. あるべき姿(開発目標)の設定 …当たり前品質と魅力的品質の2つ区別

III. 現状品の解析

IV. 現状品とあるべき姿の違い(ギャップ)を抽出

V. ギャップを埋める対策案

VI. 対策案の検証

VII. 全体結果の総括 …開発目標に対する結果の明確化

VIII. 残された課題と今後の予定の確認

## 4. 新型水枕を例にした事例

### I. ニーズの把握

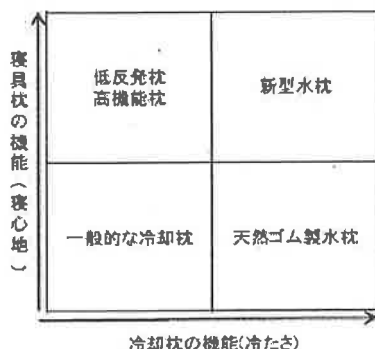
①冷却枕は冷たさを得るために、寝具枕は安眠を得るために使用するもので冷却枕と寝具枕は異なる用途として認識されています。

②整骨院に通院する方の悩みの一つに肩こりがあります。

肩こりは、枕と体形の不一致が原因の1つとなり、対策として枕を使用するというニーズがあります。

③当社では水枕の販売実績と整骨院への販路があります。

これらのニーズが一致し、寝具枕の機能と冷却枕の機能を合わせたニーズが生まれました。



左表に示す通り、新型水枕は新しい分類の枕と位置付けることができます。

新型水枕の当社の利点

- ・従来品に無い位置付けのため、競合製品が少ない
- ・当社の経験を活かせる製品

## II. 新型水枕のあるべき姿

|             | 当たり前品質                             | 魅力的品質   |
|-------------|------------------------------------|---|
| 水枕<br>(冷却枕) | 氷、水が入れられる(冷たい)<br>水が漏れない           | すぐに使用できる<br>冷たさが持続する<br>取扱が容易である<br>コンパクトに保存できる |
| 寝具枕         | 高さがある<br>頭を支えられる反発力<br>毎日使用に耐える耐久性 | 寝心地が良い<br>通気性が良い<br>長時間使用できる                    |
| 共通          | 安全に使用できる                           | 不快な臭気がない<br>安価                                  |

### III. 現状品の解析

- ①冷却枕では、安眠に適した高さが得られていない。
- ②水枕で頭を支えていないため、水枕内部の圧力が小さい。

### IV. 現状品とあるべき姿の違い(ギャップ)を抽出

- ①安眠に適した高さを得るために、8～10cm程度の高さが必要。
- ②頭の荷重や寝返りにより、従来より強い水圧が注水口に加わる。

### V. ギャップを埋める対策案

- ①水量を従来の約4倍にして、水枕の水圧で頭を支える構造に変更。
- ②圧力が高くなるほどシール性が向上する構造に変更。

### VI. 対策案の検証

当たり前品質として、過負荷の圧縮繰り返し荷重を加え強度評価を実施。  
魅力的品質としての寝心地を、圧力センサを用いて体圧分散の評価を実施。  
低反発枕、高機能枕と新型水枕で体圧分散を測定した結果、新型水枕は、  
既存品と比べ均一に圧力が分散され理想的な結果を得た。  
内部に水を入れて使用する新型水枕は、パスカルの原理により頭の荷重の反発力  
として首を支える力が発生する。原理的にも圧力が分散される構造になっている。

### VII. 全体結果の総括

あるべき姿を満足出来る評価結果を得た。

### VIII. 残された課題と今後の予定の確認

新型水枕の販売を開始したところ、横向き寝で頬に加わる圧力低下ができるため、  
歯並びの悪化を防止できると、歯科医からの提案を頂いた。子供向けサイズなど  
の必要性を検討する。

## 5. 考察

販売ルートからのニーズと自社製品の特徴を結びつけることで、新しい分野の製品を  
開発することができました。あるべき姿を明確にし、現状品との違いを抽出し対策を  
行うことで、効率的な評価ができました。

にら中の残留農薬迅速検査法における妥当性評価について

栃木県保健環境センター ○若林 勇輝 駒場 直行 徳田 侑子

飯野 聡子 湯田 雄一郎<sup>1</sup> 黒崎 かな子 (1現業務課)

## 1 はじめに

平成18年よりポジティブリスト制度が導入され、残留農薬の暫定基準及び試験法<sup>1)</sup>(以下「通知法」)が設定された。当センターでは、この通知法で農産物の残留農薬検査を行っていたが、前処理に時間を要す上、大量の試薬を使用することが課題となっていた。そこで、平成23年まで迅速簡易化を目的とした試験法の検討を行い、妥当性確認の結果が良好であったため、迅速検査法Iとして標準作業手順書を作成し、現在の行政検査に活用しているところである<sup>2)</sup>。

一方、にらの検査においては他の農産物とは異なり、イオウを含む夾雑物による妨害を抑えるため、凍結-リン酸処理(後述)を要することから、迅速検査法Iの対象に含めることができず、通知法と凍結-リン酸処理を組み合わせた方法(以下「従来法」)で行っている。

そこで、にらについても迅速簡易化を図るべく、迅速検査法Iと凍結-リン酸処理を組み合わせた方法について、行政検査に適用できるか妥当性評価を行ったので報告する。

## 2 実験方法

### 1 検討項目

LC/MS/MS 78項目 GC/MS/MS 254項目

そのうち、LC/MS/MSとGC/MS/MSで重複している項目13項目 実質合計319項目

### 2 試料

県内産のにら(農薬が検出されなかったもの)

### 3 試薬

標準試薬は、関東化学(株)製「農薬混合標準液31」、「同48」、「同51」、「同53」、「同54」、「同58」、「同61」及び「同63」並びに和光純薬工業(株)、AccuStandard, Inc.、及びRiedel-de Haën製残留農薬分析用を用いた。その他の試薬は、関東化学(株)及び和光純薬工業(株)製を、固相抽出カラム(GC/PSA)はジーエルサイエンス(株)製を用いた。

### 4 定量法

マトリックス添加標準液をLC/MS/MS及びGC/MS/MSで測定し、得られたピーク面積から絶対検量線法により定量値を算出した。マトリックス添加標準液は、6試験溶液の調製方法(後述)により得られた試験溶液の一定量を取り、乾固した後、同量の混合標準液に再溶解して調製した。なお、定量下限値は共に0.005 µg/gとした(ただし、アセタミプリド、アセフェート、メタミドホスは5倍濃度、ジコホールは2倍濃度)。

### 5 装置及び測定条件

#### (1) LC/MS/MS

【LC部】(株)島津製作所 Prominence 【MS/MS部】SCIEX 3200QTRAP®

カラム: TSK-gel ODS-100V (東ソー(株)製 2.0mm×150mm, 5µm)

ガードカラム: TSKguardgel ODS-100V (東ソー(株)製 2.0mm×10mm, 5µm)

カラム温度：40℃ 流量：0.2mL/min 注入量：5μL イオン化モード：ESI 測定モード：Positive  
 移動相：A液：0.5mM 酢酸アンモニウム水溶液 B液：0.5mM 酢酸アンモニウムメタノール溶液

グラジエント条件

| 時間(分) | 0  | 1  | 3.5 | 6  | 8  | 17.5 | 30 | 30 |
|-------|----|----|-----|----|----|------|----|----|
| A液(%) | 85 | 60 | 60  | 50 | 45 | 5    | 5  | 85 |
| B液(%) | 15 | 40 | 40  | 50 | 55 | 95   | 95 | 15 |

## (2)GC/MS/MS

装置：サモワッシャーサイエティフィック(株)製ガスクロマトグラフ-タンデム質量分析装置 TSQ QuantumGC

カラム：サモワッシャーサイエティフィック(株)製 TR-PESTICIDE (φ0.25mm×30m, 0.25μm)

キャリアガス：He 注入量：2μL (スプリットレス) カラム流量：1.0mL/min

カラム温度：50℃(1min)-25℃/min-150℃-5℃/min-250℃-10℃/min-280℃(12min)

注入口温度：240℃ イオン源温度：250℃ インターフェース温度：260℃

イオン化モード：EI 測定モード：SRM コリジョンガス：Ar

## 6 試験溶液の調製方法

試験溶液は、図1に示す方法で調製した。

-40℃で凍結した試料にリン酸を加えて磨砕(凍結-リン酸処理)<sup>3)</sup>した後、その20gを検体として、迅速検査法Iと同様に調製した(以下「迅速検査法II」)。

## 3 結果

国の定めるガイドライン<sup>4)</sup>に従い、0.01 μg/g 及び 0.1 μg/g の2濃度で1日2併行を5日間繰り返す添加回収試験を実施し、以下の目標値により評価した。

| 添加濃度 | 0.01 μg/g | 0.1 μg/g |
|------|-----------|----------|
| 真度   | 70~120 %  | 70~120 % |
| 併行精度 | < 25 %    | < 15 %   |
| 室内精度 | < 30 %    | < 20 %   |

### LC/MS/MS (78項目)

2濃度いずれにおいても目標値を満たした項目は、70項目であった。

### GC/MS/MS (254項目)

2濃度いずれにおいても目標値を満たした項目は、189項目であった。

LC/MS/MS と GC/MS/MS で重複している項目は7項目であり、実質合計252項目が、目標値を満たした。(表1)

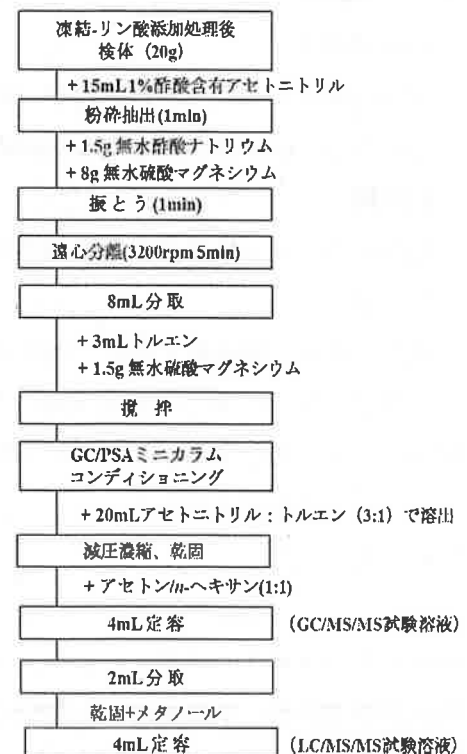


図1 試験溶液調製フロー

## 4 考察、まとめ及び今後の予定

ガイドラインの目標値を満たす項目数は、通知法を基本とした従来法が291項目であることを踏まえるとやや減少した。原因として、迅速検査法IIでは精製が簡易なため、凍結-リン酸処理によって除去し

きれなかった夾雑物が影響しているものと考えられた。

一方、迅速検査法Ⅱでは、前処理時間及び費用共に従来法の半分程度に抑えられることから、処理検体数の増加を図ることができる。本県はこれらの収穫量が全国2位<sup>5)</sup>であり、項目数が若干減少しても、検体数を増加できることは有用であり、行政検査に十分活用できる方法と考えられる。

そこで、今回検討した方法の標準作業手順書を作成し、平成28年度のこれらの検査に導入した。検査項目は目標値を満たした項目、検体数は従来法時5検体に対して7検体となった。

今後の課題としては、目標値を満たす項目数を増やすための精製方法の検討、加えて、その他ねぎ等イオウ成分を含む農産物についての妥当性評価を考えている。

参考文献

- 1) 厚生労働省医薬食品局食品安全部長通知，食安発第0124001号，平成17年1月24日
- 2) 栃木県保健環境センター年報，第19号，44・46（2013）
- 3) 長南隆夫，食品衛生学雑誌，vol33，543・547（1992）
- 4) 厚生労働省医薬食品局食品安全部長通知，食安発1224第1号，平成22年12月24日
- 5) 農林水産省ホームページ，平成26年産指定野菜収穫量

表1 全検討項目と妥当性評価適合項目

| 合計  |                  |
|---|------------------|
| 検討319項目中妥当性評価適合252項目                      |                  |
| GC/MS/MS法                                 |                  |
| 検討254項目中妥当性評価適合189項目<br>(うちLC/MS/MS共通7項目) |                  |
| 1 EPN                                     | 62 クロルピリフェンシメトール |
| 2 EPTC                                    | 63 クロルピリフェンシメトール |
| 3 p,p'-DDE                                | 64 クロルピリフェンシメトール |
| 4 p,p'-DDE                                | 65 クロルピリフェンシメトール |
| 5 DDT                                     | 66 トルフェンチン       |
| 6 DDT                                     | 67 トルフェンチン       |
| 7 DDT                                     | 68 トルフェンチン       |
| 8 DDT                                     | 69 トルフェンチン       |
| 9 DDT                                     | 70 トルフェンチン       |
| 10 DDT                                    | 71 トルフェンチン       |
| 11 DDT                                    | 72 トルフェンチン       |
| 12 DDT                                    | 73 トルフェンチン       |
| 13 DDT                                    | 74 トルフェンチン       |
| 14 DDT                                    | 75 トルフェンチン       |
| 15 DDT                                    | 76 トルフェンチン       |
| 16 DDT                                    | 77 トルフェンチン       |
| 17 DDT                                    | 78 トルフェンチン       |
| 18 DDT                                    | 79 トルフェンチン       |
| 19 DDT                                    | 80 トルフェンチン       |
| 20 DDT                                    | 81 トルフェンチン       |
| 21 DDT                                    | 82 トルフェンチン       |
| 22 DDT                                    | 83 トルフェンチン       |
| 23 DDT                                    | 84 トルフェンチン       |
| 24 DDT                                    | 85 トルフェンチン       |
| 25 DDT                                    | 86 トルフェンチン       |
| 26 DDT                                    | 87 トルフェンチン       |
| 27 DDT                                    | 88 トルフェンチン       |
| 28 DDT                                    | 89 トルフェンチン       |
| 29 DDT                                    | 90 トルフェンチン       |
| 30 DDT                                    | 91 トルフェンチン       |
| 31 DDT                                    | 92 トルフェンチン       |
| 32 DDT                                    | 93 トルフェンチン       |
| 33 DDT                                    | 94 トルフェンチン       |
| 34 DDT                                    | 95 トルフェンチン       |
| 35 DDT                                    | 96 トルフェンチン       |
| 36 DDT                                    | 97 トルフェンチン       |
| 37 DDT                                    | 98 トルフェンチン       |
| 38 DDT                                    | 99 トルフェンチン       |
| 39 DDT                                    | 100 トルフェンチン      |
| 40 DDT                                    | 101 トルフェンチン      |
| 41 DDT                                    | 102 トルフェンチン      |
| 42 DDT                                    | 103 トルフェンチン      |
| 43 DDT                                    | 104 トルフェンチン      |
| 44 DDT                                    | 105 トルフェンチン      |
| 45 DDT                                    | 106 トルフェンチン      |
| 46 DDT                                    | 107 トルフェンチン      |
| 47 DDT                                    | 108 トルフェンチン      |
| 48 DDT                                    | 109 トルフェンチン      |
| 49 DDT                                    | 110 トルフェンチン      |
| 50 DDT                                    | 111 トルフェンチン      |
| 51 DDT                                    | 112 トルフェンチン      |
| 52 DDT                                    | 113 トルフェンチン      |
| 53 DDT                                    | 114 トルフェンチン      |
| 54 DDT                                    | 115 トルフェンチン      |
| 55 DDT                                    | 116 トルフェンチン      |
| 56 DDT                                    | 117 トルフェンチン      |
| 57 DDT                                    | 118 トルフェンチン      |
| 58 DDT                                    | 119 トルフェンチン      |
| 59 DDT                                    | 120 トルフェンチン      |
| 60 DDT                                    | 121 トルフェンチン      |
| 61 DDT                                    | 122 トルフェンチン      |
| 62 DDT                                    | 123 トルフェンチン      |
| 63 DDT                                    | 124 トルフェンチン      |
| 64 DDT                                    | 125 トルフェンチン      |
| 65 DDT                                    | 126 トルフェンチン      |
| 66 DDT                                    | 127 トルフェンチン      |
| 67 DDT                                    | 128 トルフェンチン      |
| 68 DDT                                    | 129 トルフェンチン      |
| 69 DDT                                    | 130 トルフェンチン      |
| 70 DDT                                    | 131 トルフェンチン      |
| 71 DDT                                    | 132 トルフェンチン      |
| 72 DDT                                    | 133 トルフェンチン      |
| 73 DDT                                    | 134 トルフェンチン      |
| 74 DDT                                    | 135 トルフェンチン      |
| 75 DDT                                    | 136 トルフェンチン      |
| 76 DDT                                    | 137 トルフェンチン      |
| 77 DDT                                    | 138 トルフェンチン      |
| 78 DDT                                    | 139 トルフェンチン      |
| 79 DDT                                    | 140 トルフェンチン      |
| 80 DDT                                    | 141 トルフェンチン      |
| 81 DDT                                    | 142 トルフェンチン      |
| 82 DDT                                    | 143 トルフェンチン      |
| 83 DDT                                    | 144 トルフェンチン      |
| 84 DDT                                    | 145 トルフェンチン      |
| 85 DDT                                    | 146 トルフェンチン      |
| 86 DDT                                    | 147 トルフェンチン      |
| 87 DDT                                    | 148 トルフェンチン      |
| 88 DDT                                    | 149 トルフェンチン      |
| 89 DDT                                    | 150 トルフェンチン      |
| 90 DDT                                    | 151 トルフェンチン      |
| 91 DDT                                    | 152 トルフェンチン      |
| 92 DDT                                    | 153 トルフェンチン      |
| 93 DDT                                    | 154 トルフェンチン      |
| 94 DDT                                    | 155 トルフェンチン      |
| 95 DDT                                    | 156 トルフェンチン      |
| 96 DDT                                    | 157 トルフェンチン      |
| 97 DDT                                    | 158 トルフェンチン      |
| 98 DDT                                    | 159 トルフェンチン      |
| 99 DDT                                    | 160 トルフェンチン      |
| 100 DDT                                   | 161 トルフェンチン      |
| 101 DDT                                   | 162 トルフェンチン      |
| 102 DDT                                   | 163 トルフェンチン      |
| 103 DDT                                   | 164 トルフェンチン      |
| 104 DDT                                   | 165 トルフェンチン      |
| 105 DDT                                   | 166 トルフェンチン      |
| 106 DDT                                   | 167 トルフェンチン      |
| 107 DDT                                   | 168 トルフェンチン      |
| 108 DDT                                   | 169 トルフェンチン      |
| 109 DDT                                   | 170 トルフェンチン      |
| 110 DDT                                   | 171 トルフェンチン      |
| 111 DDT                                   | 172 トルフェンチン      |
| 112 DDT                                   | 173 トルフェンチン      |
| 113 DDT                                   | 174 トルフェンチン      |
| 114 DDT                                   | 175 トルフェンチン      |
| 115 DDT                                   | 176 トルフェンチン      |
| 116 DDT                                   | 177 トルフェンチン      |
| 117 DDT                                   | 178 トルフェンチン      |
| 118 DDT                                   | 179 トルフェンチン      |
| 119 DDT                                   | 180 トルフェンチン      |
| 120 DDT                                   | 181 トルフェンチン      |
| 121 DDT                                   | 182 トルフェンチン      |
| 122 DDT                                   | 183 トルフェンチン      |
| 123 DDT                                   | 184 トルフェンチン      |
| 124 DDT                                   | 185 トルフェンチン      |
| 125 DDT                                   | 186 トルフェンチン      |
| 126 DDT                                   | 187 トルフェンチン      |
| 127 DDT                                   | 188 トルフェンチン      |
| 128 DDT                                   | 189 トルフェンチン      |
| 129 DDT                                   | 190 トルフェンチン      |
| 130 DDT                                   | 191 トルフェンチン      |
| 131 DDT                                   | 192 トルフェンチン      |
| 132 DDT                                   | 193 トルフェンチン      |
| 133 DDT                                   | 194 トルフェンチン      |
| 134 DDT                                   | 195 トルフェンチン      |
| 135 DDT                                   | 196 トルフェンチン      |
| 136 DDT                                   | 197 トルフェンチン      |
| 137 DDT                                   | 198 トルフェンチン      |
| 138 DDT                                   | 199 トルフェンチン      |
| 139 DDT                                   | 200 トルフェンチン      |
| 140 DDT                                   | 201 トルフェンチン      |
| 141 DDT                                   | 202 トルフェンチン      |
| 142 DDT                                   | 203 トルフェンチン      |
| 143 DDT                                   | 204 トルフェンチン      |
| 144 DDT                                   | 205 トルフェンチン      |
| 145 DDT                                   | 206 トルフェンチン      |
| 146 DDT                                   | 207 トルフェンチン      |
| 147 DDT                                   | 208 トルフェンチン      |
| 148 DDT                                   | 209 トルフェンチン      |
| 149 DDT                                   | 210 トルフェンチン      |
| 150 DDT                                   | 211 トルフェンチン      |
| 151 DDT                                   | 212 トルフェンチン      |
| 152 DDT                                   | 213 トルフェンチン      |
| 153 DDT                                   | 214 トルフェンチン      |
| 154 DDT                                   | 215 トルフェンチン      |
| 155 DDT                                   | 216 トルフェンチン      |
| 156 DDT                                   | 217 トルフェンチン      |
| 157 DDT                                   | 218 トルフェンチン      |
| 158 DDT                                   | 219 トルフェンチン      |
| 159 DDT                                   | 220 トルフェンチン      |
| 160 DDT                                   | 221 トルフェンチン      |
| 161 DDT                                   | 222 トルフェンチン      |
| 162 DDT                                   | 223 トルフェンチン      |
| 163 DDT                                   | 224 トルフェンチン      |
| 164 DDT                                   | 225 トルフェンチン      |
| 165 DDT                                   | 226 トルフェンチン      |
| 166 DDT                                   | 227 トルフェンチン      |
| 167 DDT                                   | 228 トルフェンチン      |
| 168 DDT                                   | 229 トルフェンチン      |
| 169 DDT                                   | 230 トルフェンチン      |
| 170 DDT                                   | 231 トルフェンチン      |
| 171 DDT                                   | 232 トルフェンチン      |
| 172 DDT                                   | 233 トルフェンチン      |
| 173 DDT                                   | 234 トルフェンチン      |
| 174 DDT                                   | 235 トルフェンチン      |
| 175 DDT                                   | 236 トルフェンチン      |
| 176 DDT                                   | 237 トルフェンチン      |
| 177 DDT                                   | 238 トルフェンチン      |
| 178 DDT                                   | 239 トルフェンチン      |
| 179 DDT                                   | 240 トルフェンチン      |
| 180 DDT                                   | 241 トルフェンチン      |
| 181 DDT                                   | 242 トルフェンチン      |
| 182 DDT                                   | 243 トルフェンチン      |
| 183 DDT                                   | 244 トルフェンチン      |
| 184 DDT                                   | 245 トルフェンチン      |
| 185 DDT                                   | 246 トルフェンチン      |
| 186 DDT                                   | 247 トルフェンチン      |
| 187 DDT                                   | 248 トルフェンチン      |
| 188 DDT                                   | 249 トルフェンチン      |
| 189 DDT                                   | 250 トルフェンチン      |
| 190 DDT                                   | 251 トルフェンチン      |
| 191 DDT                                   | 252 トルフェンチン      |
| 192 DDT                                   | 253 トルフェンチン      |
| 193 DDT                                   | 254 トルフェンチン      |
| 194 DDT                                   | 255 トルフェンチン      |
| 195 DDT                                   | 256 トルフェンチン      |
| 196 DDT                                   | 257 トルフェンチン      |
| 197 DDT                                   | 258 トルフェンチン      |
| 198 DDT                                   | 259 トルフェンチン      |
| 199 DDT                                   | 260 トルフェンチン      |
| 200 DDT                                   | 261 トルフェンチン      |
| 201 DDT                                   | 262 トルフェンチン      |
| 202 DDT                                   | 263 トルフェンチン      |
| 203 DDT                                   | 264 トルフェンチン      |
| 204 DDT                                   | 265 トルフェンチン      |
| 205 DDT                                   | 266 トルフェンチン      |
| 206 DDT                                   | 267 トルフェンチン      |
| 207 DDT                                   | 268 トルフェンチン      |
| 208 DDT                                   | 269 トルフェンチン      |
| 209 DDT                                   | 270 トルフェンチン      |
| 210 DDT                                   | 271 トルフェンチン      |
| 211 DDT                                   | 272 トルフェンチン      |
| 212 DDT                                   | 273 トルフェンチン      |
| 213 DDT                                   | 274 トルフェンチン      |
| 214 DDT                                   | 275 トルフェンチン      |
| 215 DDT                                   | 276 トルフェンチン      |
| 216 DDT                                   | 277 トルフェンチン      |
| 217 DDT                                   | 278 トルフェンチン      |
| 218 DDT                                   | 279 トルフェンチン      |
| 219 DDT                                   | 280 トルフェンチン      |
| 220 DDT                                   | 281 トルフェンチン      |
| 221 DDT                                   | 282 トルフェンチン      |
| 222 DDT                                   | 283 トルフェンチン      |
| 223 DDT                                   | 284 トルフェンチン      |
| 224 DDT                                   | 285 トルフェンチン      |
| 225 DDT                                   | 286 トルフェンチン      |
| 226 DDT                                   | 287 トルフェンチン      |
| 227 DDT                                   | 288 トルフェンチン      |
| 228 DDT                                   | 289 トルフェンチン      |
| 229 DDT                                   | 290 トルフェンチン      |
| 230 DDT                                   | 291 トルフェンチン      |
| 231 DDT                                   | 292 トルフェンチン      |
| 232 DDT                                   | 293 トルフェンチン      |
| 233 DDT                                   | 294 トルフェンチン      |
| 234 DDT                                   | 295 トルフェンチン      |
| 235 DDT                                   | 296 トルフェンチン      |
| 236 DDT                                   | 297 トルフェンチン      |
| 237 DDT                                   | 298 トルフェンチン      |
| 238 DDT                                   | 299 トルフェンチン      |
| 239 DDT                                   | 300 トルフェンチン      |
| 240 DDT                                   | 301 トルフェンチン      |
| 241 DDT                                   | 302 トルフェンチン      |
| 242 DDT                                   | 303 トルフェンチン      |
| 243 DDT                                   | 304 トルフェンチン      |
| 244 DDT                                   | 305 トルフェンチン      |
| 245 DDT                                   | 306 トルフェンチン      |
| 246 DDT                                   | 307 トルフェンチン      |
| 247 DDT                                   | 308 トルフェンチン      |
| 248 DDT                                   | 309 トルフェンチン      |
| 249 DDT                                   | 310 トルフェンチン      |
| 250 DDT                                   | 311 トルフェンチン      |
| 251 DDT                                   | 312 トルフェンチン      |
| 252 DDT                                   | 313 トルフェンチン      |
| 253 DDT                                   | 314 トルフェンチン      |
| 254 DDT                                   | 315 トルフェンチン      |
| 255 DDT                                   | 316 トルフェンチン      |
| 256 DDT                                   | 317 トルフェンチン      |
| 257 DDT                                   | 318 トルフェンチン      |
| 258 DDT                                   | 319 トルフェンチン      |
| 259 DDT                                   | 320 トルフェンチン      |
| 260 DDT                                   | 321 トルフェンチン      |
| 261 DDT                                   | 322 トルフェンチン      |
| 262 DDT                                   | 323 トルフェンチン      |
| 263 DDT                                   | 324 トルフェンチン      |
| 264 DDT                                   | 325 トルフェンチン      |
| 265 DDT                                   | 326 トルフェンチン      |
| 266 DDT                                   | 327 トルフェンチン      |
| 267 DDT                                   | 328 トルフェンチン      |
| 268 DDT                                   | 329 トルフェンチン      |
| 269 DDT                                   | 330 トルフェンチン      |
| 270 DDT                                   | 331 トルフェンチン      |
| 271 DDT                                   | 332 トルフェンチン      |
| 272 DDT                                   | 333 トルフェンチン      |
| 273 DDT                                   | 334 トルフェンチン      |
| 274 DDT                                   | 335 トルフェンチン      |
| 275 DDT                                   | 336 トルフェンチン      |
| 276 DDT                                   | 337 トルフェンチン      |
| 277 DDT                                   | 338 トルフェンチン      |
| 278 DDT                                   | 339 トルフェンチン      |
| 279 DDT                                   | 340 トルフェンチン      |
| 280 DDT                                   | 341 トルフェンチン      |
| 281 DDT                                   | 342 トルフェンチン      |
| 282 DDT                                   | 343 トルフェンチン      |
| 283 DDT                                   | 344 トルフェンチン      |
| 284 DDT                                   | 345 トルフェンチン      |
| 285 DDT                                   | 346 トルフェンチン      |
| 286 DDT                                   | 347 トルフェンチン      |
| 287 DDT                                   | 348 トルフェンチン      |
| 288 DDT                                   | 349 トルフェンチン      |
| 289 DDT                                   | 350 トルフェンチン      |
| 290 DDT                                   | 351 トルフェンチン      |
| 291 DDT                                   | 352 トルフェンチン      |
| 292 DDT                                   | 353 トルフェンチン      |
| 293 DDT                                   | 354 トルフェンチン      |
| 294 DDT                                   | 355 トルフェンチン      |
| 295 DDT                                   | 356 トルフェンチン      |
| 296 DDT                                   | 357 トルフェンチン      |
| 297 DDT                                   | 358 トルフェンチン      |
| 298 DDT                                   | 359 トルフェンチン      |
| 299 DDT                                   | 360 トルフェンチン      |
| 300 DDT                                   | 361 トルフェンチン      |
| 301 DDT                                   | 362 トルフェンチン      |
| 302 DDT                                   | 363 トルフェンチン      |
| 303 DDT                                   | 364 トルフェンチン      |
| 304 DDT                                   | 365 トルフェンチン      |
| 305 DDT                                   | 366 トルフェンチン      |
| 306 DDT                                   | 367 トルフェンチン      |
| 307 DDT                                   | 368 トルフェンチン      |
| 308 DDT                                   | 369 トルフェンチン      |
| 309 DDT                                   | 370 トルフェンチン      |
| 310 DDT                                   | 371 トルフェンチン      |
| 311 DDT                                   | 372 トルフェンチン      |
| 312 DDT                                   | 373 トルフェンチン      |
| 313 DDT                                   | 374 トルフェンチン      |
| 314 DDT                                   | 375 トルフェンチン      |
| 315 DDT                                   | 376 トルフェンチン      |
| 316 DDT                                   | 377 トルフェンチン      |
| 317 DDT                                   | 378 トルフェンチン      |
| 318 DDT                                   | 379 トルフェンチン      |
| 319 DDT                                   | 380 トルフェンチン      |
| 320 DDT                                   | 381 トルフェンチン      |
| 321 DDT                                   | 382 トルフェンチン      |
| 322 DDT                                   | 383 トルフェンチン      |
| 323 DDT                                   | 384 トルフェンチン      |
| 324 DDT                                   | 385 トルフェンチン      |
| 325 DDT                                   | 386 トルフェンチン      |
| 326 DDT                                   | 387 トルフェンチン      |
| 327 DDT                                   | 388 トルフェンチン      |
| 328 DDT                                   | 389 トルフェンチン      |
| 329 DDT                                   | 390 トルフェンチン      |
| 330 DDT                                   | 391 トルフェンチン      |
| 331 DDT                                   | 392 トルフェンチン      |
| 332 DDT                                   | 393 トルフェンチン      |
| 333 DDT                                   | 394 トルフェンチン      |
| 334 DDT                                   | 395 トルフェンチン      |
| 335 DDT                                   | 396 トルフェンチン      |
| 336 DDT                                   | 397 トルフェンチン      |
| 337 DDT                                   | 398 トルフェンチン      |
| 338 DDT                                   | 399 トルフェンチン      |
| 339 DDT                                   | 400 トルフェンチン      |
| 340 DDT                                   | 401 トルフェンチン      |
| 341 DDT                                   | 402 トルフェンチン      |
| 342 DDT                                   | 403 トルフェンチン      |
| 343 DDT                                   | 404 トルフェンチン      |
| 344 DDT                                   | 405 トルフェンチン      |
| 345 DDT                                   | 406 トルフェンチン      |
| 346 DDT                                   | 407 トルフェンチン      |
| 347 DDT                                   | 408 トルフェンチン      |
| 348 DDT                                   | 409 トルフェンチン      |
| 349 DDT                                   | 410 トルフェンチン      |
| 350 DDT                                   | 411 トルフェンチン      |
| 351 DDT                                   | 412 トルフェンチン      |
| 352 DDT                                   | 413 トルフェンチン      |
| 353 DDT                                   | 414 トルフェンチン      |
| 354 DDT                                   | 415 トルフェンチン      |
| 355 DDT                                   | 416 トルフェンチン      |
| 356 DDT                                   | 417 トルフェンチン      |
| 357 DDT                                   | 418 トルフェンチン      |
| 358 DDT                                   | 419 トルフェンチン      |
| 359 DDT                                   | 420 トルフェンチン      |
| 360 DDT                                   | 421 トルフェンチン      |
| 361 DDT                                   | 422 トルフェンチン      |
| 362 DDT                                   | 423 トルフェンチン      |
| 363 DDT                                   | 424 トルフェンチン      |
| 364 DDT                                   | 425 トルフェンチン      |
| 365 DDT                                   | 426 トルフェンチン      |
| 366 DDT                                   | 427 トルフェンチン      |
| 367 DDT                                   | 428 トルフェンチン      |
| 368 DDT                                   | 429 トルフェンチン      |
| 369 DDT                                   | 430 トルフェンチン      |
| 370 DDT                                   | 431 トルフェンチン      |
| 371 DDT                                   | 432 トルフェンチン      |
| 372 DDT                                   | 433 トルフェンチン      |
| 373 DDT                                   | 434 トルフェンチン      |
| 374 DDT                                   | 435 トルフェンチン      |
| 375 DDT                                   | 436 トルフェンチン      |
| 376 DDT                                   | 437 トルフェンチン      |
| 377 DDT                                   | 438 トルフェンチン      |
| 378 DDT                                   | 439 トルフェンチン      |
| 379 DDT                                   | 440 トルフェンチン      |
| 380 DDT                                   | 441 トルフェンチン      |
| 381 DDT                                   | 442 トルフェンチン      |
| 382 DDT                                   | 443 トルフェンチン      |
| 383 DDT                                   | 444 トルフェンチン      |
| 384 DDT                                   | 445 トルフェンチン      |
| 385 DDT                                   | 446 トルフェンチン      |
| 386 DDT                                   | 447 トルフェンチン      |
| 387 DDT                                   | 448 トルフェンチン      |
| 388 DDT                                   | 449 トルフェンチン      |
| 389 DDT                                   | 450 トルフェンチン      |
| 390 DDT                                   | 451 トルフェンチン      |
| 391 DDT                                   | 452 トルフェンチン      |
| 392 DDT                                   | 453 トルフェンチン      |
| 393 DDT                                   | 454 トルフェンチン      |
| 394 DDT                                   | 455 トルフェンチン      |
| 395 DDT                                   | 456 トルフェンチン      |
| 396 DDT                                   | 457 トルフェンチン      |
| 397 DDT                                   | 458 トルフェンチン      |
| 398 DDT                                   | 459 トルフェンチン      |
| 399 DDT                                   | 460 トルフェンチン      |
| 400 DDT                                   | 461 トルフェンチン      |
| 401 DDT                                   | 462 トルフェンチン      |
| 402 DDT                                   | 463 トルフェンチン      |
| 403 DDT                                   | 464 トルフェンチン      |
| 404 DDT                                   | 465 トルフェンチン      |
|   |                  |

## 1 はじめに

当所では、管内 N 食肉センター(以下、「N センター」とする)における枝肉の微生物汚染状況を把握し、その結果を衛生指導に活用することを目的として毎月 1 回以上の汚染調査を行っている。クロストリジウム属菌は牛の消化管のみならず土壌等の自然界に広く分布し、解体作業に伴う腸管破損や牛被毛の汚れ等により枝肉を汚染するため、枝肉の衛生指標として利用可能である<sup>[1]</sup>が、これまで調査を実施していなかった。同属菌種には食中毒起因菌である *Clostridium perfringens*(以下、CP)や *C. botulinum* のほか品質や腐敗に関与する複数の菌種が含まれ、芽胞が加熱、乾燥、消毒薬等に対して高い抵抗性をもつことから、安全な食肉の流通のために汚染状況を把握し、汚染低減に努めることが重要である。本調査では、N センターの牛枝肉におけるクロストリジウム属菌の汚染状況を明らかにすることを目的として実施した。

## 2 材料と方法

## (1)材料

N センターに搬入され、と畜検査で合格となった牛 30 頭(黒毛和種去勢 2 頭、黒毛和種雌 3 頭、ホルスタイン種去勢 3 頭、ホルスタイン種雌 22 頭)を対象とした。と畜解体処理終了後、最終洗浄を行った枝肉右側の胸部及び肛門周囲部を 100 cm<sup>2</sup> のふきとり枠(日水)を用いてガーゼタンポンにより拭き取り、部位ごとに 10 ml の滅菌ペプトン加生理食塩水を加えて 1 分間ストマッカー処理したものを試料原液とした。

## (2)クロストリジウム属菌の検出

「食品衛生検査指針 微生物編(2015)」に記載されている嫌気性芽胞形成菌の測定方法に準じた<sup>[1]</sup>。具体的には、60℃、10 分間加熱処理した試料原液を、嫌気性パウチ内でクロストリジウム属菌測定用培地(日水)と混合しポリシーラーで溶封した。36℃、24 時間培養後、パウチ中の黒色集落数を計測した。黒色集落が確認できない場合は、48 時間まで追加培養を行った。低温クロストリジウム属菌の検出は、4℃で 28 日間培養とした。最大 12 個の黒色集落について確認培養を行い、嫌気性が確認できた黒色集落をクロストリジウム属菌とし、その割合から各ふきとり部位のクロストリジウム属菌数(cfu/cm<sup>2</sup>)を算出した。

また、各部位から確認培養陽性となった分離菌を平板培地上の性状やグラム染色により分類し、簡易同定キット Api 20A(日本ビオメュー)を用いて菌種の同定を行った。

表 1 牛枝肉におけるクロストリジウム属菌数

| 菌数<br>(cfu/cm <sup>2</sup> ) | 胸部 |        | 肛門周囲部 |        |
|------------------------------|----|--------|-------|--------|
|                              | 頭数 | (%)    | 頭数    | (%)    |
| <3                           | 11 | (36.7) | 14    | (46.7) |
| <10                          | 1  | (3.3)  | 2     | (6.7)  |
| <100                         | 0  | (0.0)  | 1     | (3.3)  |
| 検出なし <sup>1)</sup>           | 18 | (60.0) | 13    | (43.3) |
| 合計                           | 30 | (100)  | 30    | (100)  |

<sup>1)</sup>36℃、48 時間培養後にも黒色集落が形成されなかった、又は確認試験において嫌気性集落が確認されなかった数

### 3 結果

牛枝肉におけるクロストリジウム属菌汚染状況を明らかにするため、胸部及び肛門周囲部をふきとり嫌気性パウチを用いて調査した結果、クロストリジウム属菌陽性となった枝肉は 20 検体（陽性率 66.7%）であった。肛門周囲部のみまたは胸部及び肛門周囲部両方に汚染が見られた枝肉は、それぞれ 8 及び 9 検体であるのに対し、胸部のみ汚染していたものは 3 検体と少なかった。クロストリジウム属菌数が 3 cfu/cm<sup>2</sup> より少ない部位が多数を占めたが、10 cfu/cm<sup>2</sup> より多く検出される部位も存在した（表 1）。検査対象とした 30 頭のうち 6 頭の胸部及び肛門周囲部それぞれについて低温性クロストリジウム属菌の検出を試みたところ、すべてにおいて黒色集落は確認できなかった。

分離菌を同定することにより部位別の汚染原因菌を調査した結果、ふきとり部位にかかわらず CP が最も多く検出された（表 2）。それぞれのふきとり部位では、CP や *C. bifermentans*（以下、CBi）、*C. sordellii* の 1 菌種のみ検出が大部分であったが、CP 及び CBi の 2 菌種、CP 及び CBi に加えて *C. cadaveris* の 3 菌種が同時に分離された部位もあった。

表 2 牛枝肉のふきとり部位から分離されたクロストリジウム属菌種

| 同定菌種                             | 枝肉 <sup>1)</sup>  |                           | 胸部                |                           | 肛門周囲部             |                           |
|----------------------------------|-------------------|---------------------------|-------------------|---------------------------|-------------------|---------------------------|
|                                  | 検出数 <sup>2)</sup> | 汚染割合 <sup>3)</sup><br>(%) | 検出数 <sup>2)</sup> | 汚染割合 <sup>3)</sup><br>(%) | 検出数 <sup>2)</sup> | 汚染割合 <sup>3)</sup><br>(%) |
| <i>Clostridium perfringens</i>   | 12                | 40.0                      | 6                 | 20.0                      | 10                | 33.3                      |
| <i>C. bifermentans</i>           | 5                 | 16.7                      | 2                 | 6.7                       | 4                 | 13.3                      |
| <i>C. cadaveris</i>              | 1                 | 3.3                       | 0                 | 0.0                       | 1                 | 3.3                       |
| <i>C. sordellii</i>              | 1                 | 3.3                       | 0                 | 0.0                       | 1                 | 3.3                       |
| <i>C. beijerinckii/butyricum</i> | 2                 | 6.7                       | 2                 | 6.7                       | 0                 | 0.0                       |
| 判定不能                             | 3                 | 10.0                      | 4                 | 13.3                      | 4                 | 13.3                      |

<sup>1)</sup>胸部又は肛門周囲部から各菌種が分離された場合の検出数及び汚染割合

<sup>2)</sup>一か所のふきとり部位から複数の菌種が同定された場合、それぞれの菌種に検出数を計上

<sup>3)</sup>各菌種が枝肉(n=30)又は各ふきとり部位(n=30)で検出された割合

### 4 考察

平成 27 年 4 月 1 日に施行されたと畜場法施行規則の一部改正において、と畜業者の講ずべき衛生措置に HACCP を用いた衛生管理を行う基準が盛り込まれたように、と畜場内の衛生管理を徹底し、枝肉等への微生物汚染を低減することが求められている。

本調査における牛枝肉のクロストリジウム属菌及び CP 陽性率はそれぞれ、66.7 及び 40.0%であった。イギリスにおける調査では CP 陽性率 29%、定量値は一般に 20/100 cm<sup>2</sup>（検体数 100）、日本国内で CP 陽性率 0%（検体数 24）との報告がある<sup>[2, 3]</sup>。対象となる牛の種類や検体数が異なるために一概に比較はできないが、本調査結果が他の報告に比べ高い汚染率を示したことは、N センターにおいて衛生管理のさらなる改善が必要であることを示していると考えられた。クロストリジウム属菌陽性

数及び菌数が 3 cfu/cm<sup>2</sup> より高い部位が胸部より肛門周囲部に多かったことから、胸部より肛門周囲部における同属菌の汚染率が高いと推察された。N センターではと体からの内臓出し時における腸管等の破損による汚染より、剥皮時に肛門周囲部の体表に付着している糞便等による枝肉汚染が多いことを示していると思われた。

*C. gasigenes*、*C. estertheticum*、*C. algidixylanolyticum* 等の低温性クロストリジウム属菌は、真空包装した加工肉が 1.5～4℃で 2～4 週間貯蔵する間に変敗する、いわゆる”blown-pack” spoilage の原因菌とされている<sup>[1]</sup>。一部の検体のみであるが調査した結果、36℃培養におけるクロストリジウム属菌数にかかわらず、4℃では黒色集落が形成されず、当センターにおける低温性クロストリジウム属菌の枝肉汚染は低かった。

同定されたクロストリジウム属菌は CP が最も多く、枝肉汚染の原因の多くが CP である可能性が示された。食中毒起因菌となる CP はエンテロトキシン産生能を有する耐熱性芽胞形成菌が大部分であるが、エンテロトキシンを産生せずイオタ毒素様エンテロトキシンを産生する菌、易熱性芽胞形成菌、レシチナーゼ非産生菌、カナマイシン感受性菌による食中毒事例も報告されている<sup>[4]</sup>。本調査では分離菌を簡易同定キットにより菌種の同定を行ったのみであるので、今後は、菌の分類や毒素産生性、芽胞の耐熱性等を検討することにより、牛枝肉を汚染している CP の特性を明らかにする予定である。

本調査は特定の時期に少数の検体数で実施した結果であるため、と畜順や対象牛の品種や年齢、性別等の比較ができなかった。今後は、年間を通じて調査を継続するとともに検体数を増やすことが必要である。加えて、糞便や腸内容物、被毛等の汚れからも菌分離を試みることにより汚染原因を特定し、と畜場内でより適切な衛生管理が行われるよう指導に役立てていきたい。

## 5 参考文献

- [1] 公益社団法人日本食品衛生協会． 食品衛生検査指針 微生物編(2015)
- [2] 動物性食品の HACCP 研究班編． HACCP:衛生管理計画の作成と実践 データ編， 中央法規(1997)
- [3] 竹内ら． 食肉センターにおける枝肉等の細菌汚染調査結果について， 平成 16 年度愛知県食肉センター事業概要
- [4] 国立感染症研究所感染症情報センター． 感染症発生動向調査週報， 2006(33)



## 流通食品等の放射性物質検査について（第2報）

栃木県保健環境センター      ○徳田 侑子   駒場 直行   松下 和裕  
若林 勇輝   飯野 聡子   黒崎 かな子

## 1 はじめに

平成23年3月に発生した東京電力福島第一原子力発電所の事故により、放射能汚染の不安が社会問題化したことを受け、保健環境センター食品薬品部では、平成24年2月にゲルマニウム半導体検出器付放射能測定装置を設置し、流通食品等の放射性物質検査を開始した。

平成24年度、本学会において、検査開始後4ヶ月分（約100検体）の検査結果を第一報として報告している。

今般、事故後5年を経過し、平成24年度以降、県監視指導計画に基づき1000検体を超える検査を実施したので、その結果について第2報として報告する。

## 2 検査方法

## 2.1 対象核種

放射性物質のうち、ヨウ素131、セシウム134、セシウム137（以下「放射性物質」という。）

## 2.2 対象品目

栃木県内の流通食品（宇都宮市分を含む）。

ただし、平成24年度は流通前の山菜等の一部も対象とした。

## 2.3 試料の調製方法

厚生労働省通知<sup>2)</sup>に基づいて試料を調製した。

## 2.4 測定条件

(1) 装置：ゲルマニウム半導体検出器を用いたガンマ線スペクトロメータ

セイコー・イージーアンドジー(株)製 食品・環境放射能測定装置GEM15-70

(2) 測定容器：2Lマリネリ容器またはU-8容器（ポリプロピレン製）

(3) 測定時間：試料量及び検出下限値を考慮して、1,000～7,200秒とした。

その他の事項については、厚生労働省通知<sup>2)</sup>に基づいて測定した。

## 3 基準値等（表1）

暫定規制値：平成23年3月17日～平成24年3月31日

（厚生労働省医薬食品局食品安全部長通知 食安発0317第3号 平成23年3月17日）

基準値：平成24年4月1日～

（厚生労働省医薬食品局食品安全部長通知 食安発0315第1号 平成24年3月15日）

## 4 結果及び考察

平成24年3月から平成28年3月までに1027検体について検査を実施し、その結果の概要を表2に示した。第1報で報告済みである平成24年6月22日までの結果も合わせて掲載した。

また、流通食品における検出値の年度別状況を図1に示した。

#### 《平成 23 年度》

県内産牛乳 7 検体の検査を行った。すべての検体において、放射性物質の検出はなかった。

#### 《平成 24 年度》

県内の流通食品（飲料水、牛乳、乳児用食品を含む。以下同じ）209 検体、流通前の山菜等 47 検体の合計 256 検体の検査を行った。

流通食品については、牛乳、乳児用食品に注力しながら検査を実施し、基準値以下ながら 10 検体の検出があり、牛乳が 3 検体、畜産物が 1 検体、水産物が 5 検体、加工食品が 1 検体であった。最高値は水産物のタラで、セシウム 134 とセシウム 137 の合計（以下「放射性セシウム」という。）が 78 Bq/kg であった。

流通前の山菜等については、県環境森林部から依頼を受け、農場採取のわさび、野生の山菜、きのこ、獣肉等の検査を行った。基準値を超えたものが 7 検体、基準値以下の検出が 23 検体あった。基準値 (100 Bq/kg) を超えたものは野生のたらのめ、こしあぶら、野生のちちたけ等で最高値はちちたけの 990 Bq/kg であった。

放射性セシウムのうち、セシウム 134 は平成 24 年 11 月に検出されたのを最後に、それ以降は検出されていない。セシウム 134 の半減期が約 2.1 年であり、平成 24 年 11 月には 1 年 8 ヶ月経過するため、減衰が進んだためと思われる。

#### 《平成 25 年度》

平成 25 年度以降は、牛乳、乳児用食品の調製粉乳の検査を継続しながら、加工食品の検査を増やした。県内の流通食品 225 検体の検査を行い、水産物 3 検体から基準値以下の検出があった。内訳はヒラメが 2 検体とタラが 1 検体で、最高値はヒラメのセシウム 137 で 8.7 Bq/kg であった。

#### 《平成 26 年度》

県内の流通食品 233 検体の検査を行い、はちみつ 2 検体から基準値以下の検出があった。検出値は、セシウム 137 が 5.8 Bq/kg 及び 13 Bq/kg であった。

この年は、全国から参加者のあるスポーツイベントのねんりんピックが開催されたため、提供される弁当 18 検体の検査を実施したが、放射性物質の検出はなかった。

#### 《平成 27 年度》

県内の流通食品 246 検体の検査を行い、水産物のアブラツノザメ 1 検体から基準値以下の検出があった。検出値はセシウム 137 が 7.9 Bq/kg であった。

## 5 まとめ

検査開始直後の平成 24 年度には、流通前の山菜等で放射性物質の基準値超過事例があったものの、流通食品においては、検査開始から基準値超過事例は 1 例もなく、基準値以下の検出件数も減少傾向にある。しかし、放射性物質のうちセシウム 137 は半減期が約 30 年と長く、現在でも県内の一部地域でニジマスやきのこ、山菜類などの出荷規制は続いており、西日本や海外における放射性物質汚染に対する不安を抱く声は根強いことから、今後も当該検査の継続的な実施は必要であると考えている。

#### 参考資料

- 1) 松下和裕ら、流通食品等の放射性物質検査について、第 50 回記念栃木県公衆衛生学会抄録集, p76-78 (2012)
- 2) 厚生労働省医薬食品局食品安全部長通知、食品中の放射性物質の試験法について、食安発 0315 第 4 号、平成 24 年 3 月 15 日

表1 暫定規制値と基準値

| 項目                              | 食品群                                | (単位: Bq/kg)                      |                                  |
|---------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
|                                 |                                    | 暫定規制値<br>(H23.3.17~<br>H24.3.31) | 基準値<br>(H24.4.1~)                |
| 放射性ヨウ素<br>(ヨウ素131)              | 飲料水、牛乳、乳製品<br>野菜類(根菜・芋類除く)、<br>魚介類 | 300<br>2000                      | —                                |
| 放射性セシウム<br>(セシウム134とセシウム137の合計) | 飲料水(飲用茶含む)<br>牛乳<br>食品             | 200<br>200<br>乳製品 200<br>その他 500 | 10<br>50<br>乳児用食品 50<br>一般食品 100 |

図1 流通食品の検出値の年度別状況

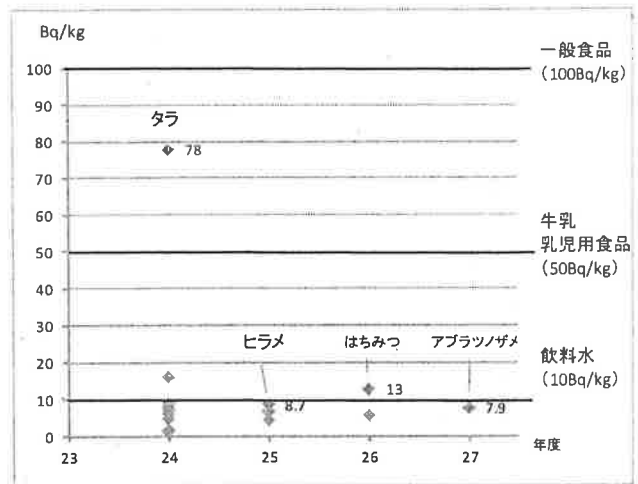


表2 年度別検査結果

| 分類                   | 小分類            | 検体数 (検出数) |   |   |                       |                                      |
|----------------------|----------------|-----------|---|---|-----------------------|--------------------------------------|
|                      |                | H23       | H24   | H25   | H26                   | H27                                  |
| 牛乳(流通食品)             | 牛乳             | 7         | 98(3)   | 93  | 95                    | 93                                   |
| 乳児用食品<br>(流通食品)      | 清涼飲料水          |           | 3   |   |                       |                                      |
|                      | 調製粉乳           |           | 6   | 6   | 6                     | 6                                    |
| ミネラルウォーター類<br>(流通食品) | ナチュラルミネラルウォーター |           | 4   |   |                       |                                      |
|                      | 農産物*1)         |           | 32  | 40  | 49                    | 47                                   |
| 畜産物                  |                |           | 22(1)   | 23  | 18(2)                 | 20                                   |
|                      |                |           | 牛肉、鶏卵、はちみつ                                    | 鶏卵、はちみつ                                       | 鶏卵、はちみつ               | 鶏卵、はちみつ                              |
|                      | 水産物*2)         |           | 37(5)   | 35(3)   | 33                    | 34(1)                                |
| 一般食品<br>(流通食品)       |                |           | イナダ、ネズミザメ、ワラサ、アジ、タラ                           | ヒラメ、タラ  |                       | アブラソノザメ                              |
|                      | 加工食品           |           | 7(1)  | 27  | 30                    | 45                                   |
|                      |                |           | 粉末清涼飲料水、シチュールウ、食肉製品、卵とうふ、漬物、魚肉練り製品            | 清涼飲料水、食肉製品、こんにやく粉、漬物、生ゆば、餃子、めん類、イチゴジャム、魚肉練り製品 | 食肉製品、漬物、めん類、魚肉練り製品、弁当 | 食肉製品、漬物、めん類、魚肉練り製品、弁当、生ゆば、あん類、果実酒、みそ |
|                      | 氷雪             |           |   | 1   | 2                     | 1                                    |
| 流通食品 小計              |                | 7         | 209 (10)                                      | 225(3)  | 233(2)                | 246(1)                               |
|                      | 農場採取           |           | 19(5)   |   |                       |                                      |
|                      |                |           | わさび(根茎・葉)                                     |   |                       |                                      |
|                      | 野生採取           |           | 19(18)*3)                                     |   |                       |                                      |
| 山菜等                  |                |           | わらび、クサソテツ、たらのめ、ぜんまい、こしあぶら、ふきのとう、さんしょう(実)、ちちたけ |   |                       |                                      |
|                      | 野生鳥獣肉          |           | 9(7)  |   |                       |                                      |
|                      |                |           | カルガモ  |   |                       |                                      |
| 合計                   |                | 7         | 256(40)                                       | 225(3)  | 233(2)                | 246(1)                               |

\*1) 小松菜、ほうれん草、なす、大豆、大根、里芋、ブルーベリー等  
 \*2) 水産物の内訳は検出例があったもののみ記載  
 \*3) うち基準超過7例

下線: 検出例あり  
 太字: 基準超過例あり

簡易専用水道検査における過去10年間の行政報告の検証について

公益財団法人栃木県保健衛生事業団      〇海老原潤<sup>えびはらじゅんいち</sup> 一 石塚昌美 山田博之  
 白河千秋 植木恵二

【はじめに】

簡易専用水道とはビル、マンション、共同住宅、学校等で市や町の水道本管から供給を受ける10㎡以上の貯水槽を有する水道施設であり、その管理については、水道法に基づき1年に1回検査を受けることが義務付けられている。

当事業団は、この簡易専用水道検査における水道法第34条の登録検査機関として栃木県内の施設を対象に検査を実施している。

検査の結果、水の供給において特に衛生上問題のあった施設（以下「行政報告施設」という。）についての管理の実態や改善状況、今後の課題等についてまとめたので報告する。

【対象】

当事業団が平成18年度から平成27年度までに実施した簡易専用水道検査を年度毎に集計し10年間の総数17,161件の中で、行政報告施設となった71施設を対象とした。

【結果】

(1) 過去10年間の検査施設数および行政報告施設数

過去10年間の行政報告施設数を図1に示した。10年間の平均は、7件だったが、この10年間の中で、特に平成23年度17件、平成27年度14件と多い件数であった

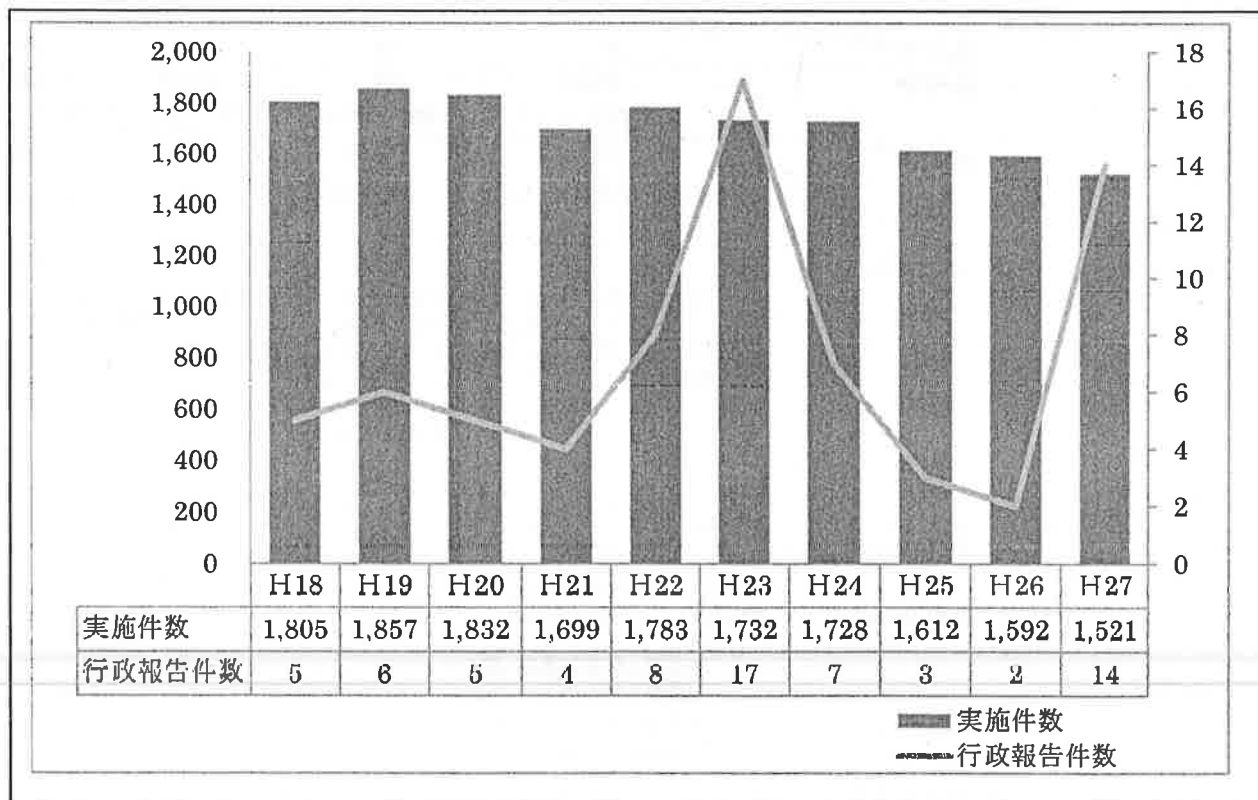
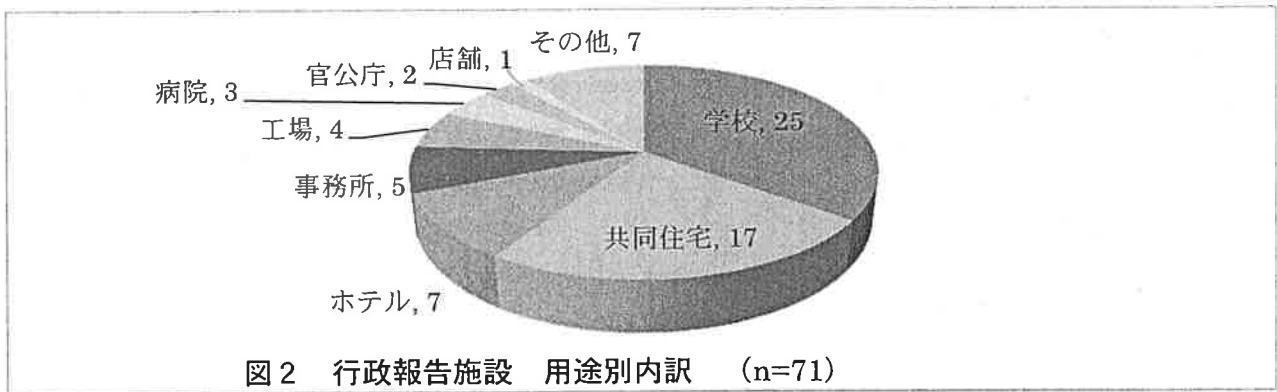


図1 過去10年間の検査施設数および行政報告施設数

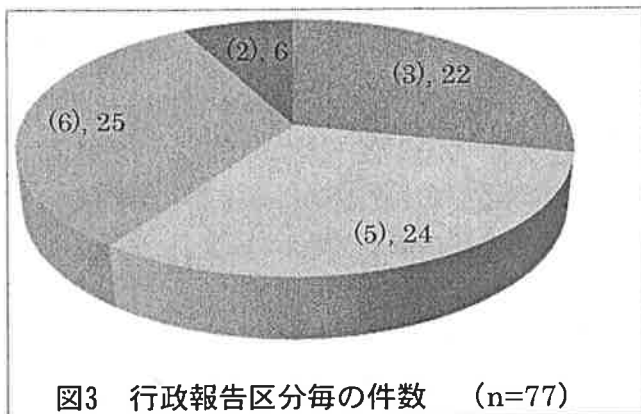
(2) 用途別内訳

行政報告施設71施設についての用途別内訳を図2に示す。学校が25件、共同住宅17件、ホテル7件、事務所5件、工場4件、病院3件、官公庁2件、店舗1件、その他7件だった。



### (3) 報告区分毎内訳

行政報告施設 71 施設 (77 事例) について、厚生労働省告示 262 号に基づく行政報告区分 (表 1) に分類しその内訳を図 3 に示す。(2) の「水槽に動物等の死骸がある場合」が 6 件、(3) の「給水栓における水質異常」が 22 件、(5) の「マンホール・通気管の著しい破損等」が 24 件、(6) の「その他特に衛生上問題があると認める場合」が 25 件で、その内清掃未実施は 18 件であった。



### (4) 水槽の管理状況

水槽の管理点検の実施記録と残留塩素の測定記録の有無を確認した結果を表 2 に示す。「水槽の管理点検の実施記録あり」が 45 件、「残留塩素測定記録あり」が 51 件で両方とも半数以上の施設で記録が実施されていた。一方、「水槽の管理点検実施記録と残留塩素測定記録両方なし」が 18 件あった。

表 1 厚労省告示 262 号に基づく行政報告区分

|     |   |
|-----|---|
| (1) | 汚水槽その他排水設備から水槽に汚水若しくは排水が流入し、又はそのおそれがある場合                            |
| (2) | 水槽内に動物等の死骸がある場合   |
| (3) | 給水栓における水質の検査において、異常が認められる場合   |
| (4) | 水槽の上部が清潔に保たれず、又は、マンホール面が槽上面から、衛生上有効に立ち上がっていないため、汚水等が水槽に流入するおそれがある場合 |
| (5) | マンホール、通気管等が著しく破損し、又は汚水若しくは雨水が水槽に流入するおそれがある場合                        |
| (6) | その他検査者が水の供給について特に衛生上問題があると認める場合                                     |

表 2 水槽の管理点検実施と残留塩素測定記録の有無

| 区分                          | 件数 |
|-----------------------------|----|
| 1 水槽の管理点検実施記録：あり            | 45 |
| 2 水槽の管理点検実施記録：なし            | 26 |
| 3 残留塩素の測定記録：あり              | 51 |
| 4 残留塩素の測定記録：なし              | 20 |
| 5 水槽の管理点検実施記録と残留塩素測定記録両方：なし | 18 |

### (5) 行政報告施設のその後の対応

行政報告施設について、その後の対応について調査したところ 71 施設中、次年度までに改善したところが 60 施設、未改善が 11 施設であった。未改善の 11 施設におけるその後の対応について表 3 にまとめた。2 年後までに改善したところが 4 施設、3 年後改善が 2 施設であった。一方、翌年に検査依頼がなかったところが 3 施設、2 年後に検査依頼がなかったところが 2 施設あった。

表3 行政報告対象施設のその後の対応

| 施設名 | 内 容                       | 1年後  | 2年後              | 3年後            |
|-----|---------------------------|------|------------------|----------------|
| 1   | 清掃未実施                     | 依頼なし | 依頼なしの理由（以下理由）：不明 |                |
| 2   | 水質異常（色度5度超過）              | ×    | 依頼なし             | （理由）：容量を小規模に   |
| 3   | 水槽亀裂<br>水質異常（色度5度超過）      | ×    | 依頼なし             | （理由）：容量を小規模に変更 |
| 4   | 水質異常（色度5度超過・残留塩素不検出）      | ×    | ×                | ○              |
| 5   | 水質異常（残留塩素不検出）             | 依頼なし | （理由）：施設閉鎖による     |                |
| 6   | 水槽内部に昆虫あり<br>マンホール枠内草の根侵入 | ×    | ×                | ○              |
| 7   | 水質異常（残留塩素不検出）             | ×    | ○                |                |
| 8   | 清掃未実施                     | ×    | ○                |                |
| 9   | 水質異常（残留塩素不検出）             | 依頼なし | （理由）：容量を小規模に変更   |                |
| 10  | 清掃未実施                     | ×    | ○                |                |
| 11  | 清掃未実施                     | ×    | ○                |                |

○：改善あり    ×：改善なし

【考察】

平成18年度から平成27年度までの10年間での検査実施数に対する行政報告施設数の割合は0.4%だった。これは、平成25年度の厚生労働省が発表した全国平均とほぼ同じであった。

年度別でみると、特に平成23年度13件、平成27年度14件とこの2年が高い値を示した。これは、「清掃未実施」を行政報告の基準の一つとするかにより、全国の検査機関で何度か議論の対象となっていた。当施設では平成23年度までは「清掃未実施」を行政報告の基準としていたが、平成24年度から26年度までは除外している。平成27年度からは清掃未実施を「衛生上問題あり」として全国的に基準として統一された。

また、行政報告の内容を見ると残留塩素未検出である水質異常と清掃未実施で5割以上占めた。日常の水槽の管理点検の実施記録や残留塩素測定記録などの記録がありながら衛生上問題のある施設に該当していることに、管理の形骸化が懸念された。

行政報告した翌年の検査も未改善だった施設が11施設あった。全施設が何らかの対応がなされるまで3年かかっているが、改善されるまで放置しておくことは重大な飲料水の事故を生じかねない。衛生上問題のある施設は、既に飲料水に色度の水質基準超過や残留塩素不検出の水質異常が生じている事例とマンホール・通気管の破損や清掃未実施により飲料水汚染がこれから進行する可能性がある事例と2種類に分類されるが、該当施設の設置者や管理者は、飲料水事故の発生防止の為、1日でも早い改善を行う必要があると思われ、健康被害の原因となる危険性を強く認識することが重要であると思われた。

【まとめ】

平成25年度厚生労働省発表によると栃木県の簡易専用水道検査の実施率は61.6%で、全国平均を大きく下回っている。検査未実施施設が約1,260件あり、衛生上問題のある施設は、今回の該当施設数よりもさらに多いと推測される。感染症の発生も懸念され、行政、関係団体、検査機関が一体となって当該検査の受検率をあげるよう一層努力が必要である。また、貯水槽は震災等における緊急時の飲料水確保という点で重要な役割を担っており適正な衛生状態維持は設置者や管理者にとっての新たな社会的責務としての意識が今後必要と思われる。

## 河床付着物に係る苦情への対応事例について

○中島 麻依子<sup>1)</sup> 田名網 裕一<sup>2)</sup> 平山 大輔<sup>1)</sup> 赤羽 則臣<sup>1)</sup>  
 日野原 麻美<sup>2)</sup> 加藤 道夫<sup>2)</sup> 田村 博<sup>1)</sup>  
<sup>1)</sup> 栃木県保健環境センター <sup>2)</sup> 栃木県西環境森林事務所

## 1 背景

用水路に白いミズワタ状のものが大量に付着しており、何か有害なものではないかとの苦情が寄せられた。このため、用水路の上流を調査したところ堆肥が山積み保管されていた場所から浸出水が流入していたことから、浸出水が加わる上下流について水質の簡易分析を行うとともに河床付着物の同定を行い原因を究明した。

## 2 方法

## (1) 水質の簡易分析

図1に示すA～G地点において採水し、その場で以下の項目について分析を行った。

分析項目：水温、透視度、pH、COD、亜硝酸態窒素、  
 溶存酸素、六価クロム、シアンイオン

※水温はペッテンコーヘル水温計、透視度は透視度計、その他の項目については簡易分析用キットを用いて測定した。

## (2) 河床付着物の同定

用水路のE地点において河床付着物を採取し、実験室にて同定を行った。

付着物をプレパラートに採り、光学顕微鏡を用いて200～1000倍で観察し、形態を確認するとともに、グラム染色を行った。

付着物を乾燥させカーボンテープで試料台に貼付し、走査型電子顕微鏡（以下、「SEM」という。）を用いて、より高い分解能で表面の形態を確認した。また、X線により表面を構成する元素を解析した。

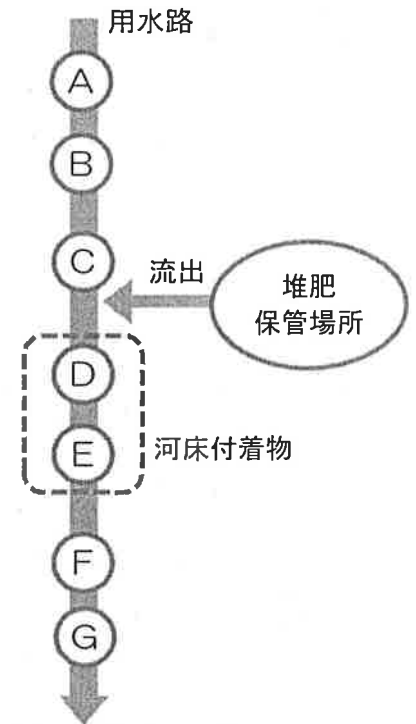


図1 堆肥保管場所と各地点の位置関係

## 3 結果

## (1) 水質の簡易分析

A～G地点における水質の簡易分析結果は表1のとおりであった。堆肥保管場所のすぐ下流に位置するD地点では、CODが100 mg/Lを超過し、pHと透視度の低下が見られた。また、EからG地点へと下流になるに従い、CODは低くなっていた。堆肥保管場所の上流に位置するA、B及びC地点においては、CODは検出されなかった。

## (2) 河床付着物の同定

付着物を光学顕微鏡で観察すると、糸状性細菌の群集であることが判った。観察されたものを図2に示す。幅は1.5～3.0 μm程度、長さは100 μm以上のものが多数あり、細胞壁が確認された。また、カーブを描いたもの、枝分かれのあるものもみられた。さらに、グラム染色の結果、グラム陰性桿菌と判定された。

SEMで観察すると、細胞の表面に糸状体の鞘が確認された。

以上の特徴から、表2に示す平岡らの方法<sup>1)</sup>に従って分類した結果、河床に現れた白い付着物はTYPE II-1(*Sphaerotilus natans*)

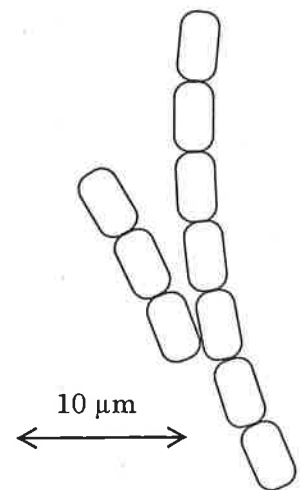


図2 光学顕微鏡による観察(模式図)

と同定された。

なお、*Sphaerotilus natans* と形態的に類似した細菌に *Leptothrix ochracea* がある。この細菌は直線状で、枝分かれがほとんどなく、この点が付着物の特徴と一致しない。また、細胞表面の鞘に鉄及びマンガンを沈着して赤褐色を呈するとされる。しかし、付着物は白色を呈しており、また、SEMで鞘の表面について元素分析を行った結果、表3のとおり組成で7種の元素が検出されたが、鉄・マンガンとも検出されなかったことから、*Leptothrix ochracea* ではないと判定した。

#### 4 考察

##### (1) 水質

堆肥保管場所の下流のみでCODが検出され、保管場所に近いほど高値であったことから、堆肥保管場所からの浸出水が汚濁の原因と考えられた。

##### (2) 河床付着物

*Sphaerotilus natans* はミズワタ菌とも呼ばれ、有機物を含む排水等の混入があると石やコンクリートの表面に綿状に付着して生育する。これは、苦情があった現場で観察された河床付着物の特徴と一致する。

堆肥保管場所からの汚水の流出により、COD濃度が上昇し、*Sphaerotilus natans* が生育していたものと考えられた。

#### 5 まとめ

苦情の対象となった白い河床付着物は細菌類の *Sphaerotilus natans* であり、その発生原因は堆肥保管場所からの浸出水と考えられた。

河床付着物が生物であることを苦情者に説明したところ、不安が解消された。堆肥の保管をしている者に対しても保管方法の改善を促すことにより再発防止が図られた。

表1 水質の簡易分析結果

| 地点               | A    | B    | C    | D    | E    | F    | G    |
|------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| 水温(°C)           | 14.5 | 14.6 | 15.3 | 20.0 | 17.3 | 17.2 | 17.2 |
| 透視度(cm)          | 30超  | 30超  | 30超  | 6    | 30超  | 30超  | 30超  |
| pH               | 7.0  | —    | 7.2  | 5.8  | 6.8  | —    | 6.4  |
| COD<br>(mg/L)    | N.D  | N.D  | N.D  | 100超 | 20   | 5    | 5~0  |
| 亜硝酸態窒素<br>(mg/L) | N.D  | —    | 0.01 | 0.1  | —    | —    | N.D  |
| 溶存酸素<br>(mg/L)   | 9超   | —    | —    | 9超   | —    | —    | 9超   |
| 六価クロム<br>(mg/L)  | N.D  | —    | —    | —    | —    | —    | N.D  |
| シアンイオン<br>(mg/L) | N.D  | —    | —    | —    | —    | —    | N.D  |

— : 分析未実施



表2 平岡らの分類方法

| Identif-ication key<br>Filament type | 1                         | 2                           | 3                         | 4                            | 5                    | 6                         | 7                  | 8                     | 9                    | 10                         | 11                   | 12                |
|--------------------------------------|---------------------------|-----------------------------|---------------------------|------------------------------|----------------------|---------------------------|--------------------|-----------------------|----------------------|----------------------------|----------------------|-------------------|
|                                      | filament width<br>(WIDTH) | filament length<br>(LENGTH) | filament shape<br>(SHAPE) | gliding motility<br>(MOTILE) | cell shape<br>(CELL) | cell septation<br>(SEPTA) | sheath<br>(SHEATH) | branching<br>(BRANCH) | deposit<br>(DEPOSIT) | deposit type<br>(DEPOSIT*) | gram stain<br>(GRAM) | others<br>(ETC)   |
| TYPE I-5 (Kohno)                     | 1.0-1.4µm                 |                             | slightly curved           | ×                            | rectan- gular        | ○                         | ○                  |                       | ×                    |                            | +                    | attached bacteria |
| TYPE II-1 (Kohno)                    | 1-3 µm                    |                             | slightly curved           | ×                            | cylind- rical        | ○                         | ○                  | sfalse                | ○                    | PHB                        | -                    |                   |
| TYPE II-3 (Kohno)                    | 1.2-2.5µm                 |                             | slightly curved           | ×                            | vari- able           | ○                         | ○                  |                       | ○                    | sulphur                    | -                    |                   |
| TYPE II-4 (Kohno)                    | 0.4-0.6µm                 |                             | slightly curved           | ×                            |                      | ×                         | ○                  | ttrue                 | ×                    |                            | -                    | attached bacteria |
| TYPE II-10 (Kohno)                   | 1.2-2.7µm                 |                             | smooth                    | ×                            |                      | ×                         | ○                  |                       | ○                    | sulphur                    | -                    | gonidia           |
| TYPE II-12 (Kohno)                   | 0.5µm                     | <200µm                      | thin- needle              | ×                            |                      | ×                         | ○                  |                       | ×                    |                            | -                    |                   |
| TYPE III-2 (Kohno)                   | 1.8µm                     |                             | slightly curved           | ○                            |                      | ×                         | ○                  |                       | ○                    | sulphur                    | -                    |                   |
| TYPE V (Kohno)                       | 0.7µm                     |                             |                           | ×                            |                      | ×                         | ×                  | ttrue                 | ○                    | Neisser- positive          | +                    | hyphae- like      |
| TYPE 1701 (Eikelboom)                | 0.5-0.9µm                 | <200µm                      | slightly curved           | ×                            | oval                 | ○                         | ○                  | sfalse                | ○                    | PHB                        | -                    | attached bacteria |
| TYPE 0092 (Eikelboom)                | 0.4-0.6µm                 |                             | slightly curved           | ×                            |                      | ×                         | ×                  |                       | ×                    |                            | -                    |                   |
| <i>N. limicola</i> (Eikelboom)       | 0.7-1.5µm                 | <200µm                      | coiled                    | ×                            | spheri- cal          | ×                         | ×                  | ttrue                 | ×                    |                            | +                    | transverse wall   |

| 河床<br>付着物<br>の特徴 | 糸状体の<br>幅 | 糸状体の<br>長さ | 糸状体の<br>形 | 滑走<br>運動 | 細胞形 | 細胞壁 | 鞘 | 枝分か<br>れ | デポジ<br>ット | デポジ<br>ット型 | グラム<br>染色 | その他 |
|------------------|-----------|------------|-----------|----------|-----|-----|---|----------|-----------|------------|-----------|-----|
|                  | 1.5-3.0µm | >100µm     | カーブ有      | ×        | 円筒形 | ○   | ○ | ○        |           |            | -         |     |

TYPE I-5 : TYPE0041

TYPE II-1 : *Sphaerotilus natans*

TYPE II-3 : TYPE021N

TYPE II-4 : TYPE1702

TYPE II-10 : *Thiothrix*

TYPE II-12 : *H. hydrossis*

TYPE III-2 : *Beggiatoa*

TYPE V : *Nocardia*

TYPE1701

TYPE0092

*N. limicola*

表3 元素分析結果

| 化学式   | C    | O    | Na  | Mg  | P   | K   | Ca  | 合計  |
|-------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 質量(%) | 63.4 | 31.5 | 0.2 | 0.9 | 0.3 | 1.0 | 2.8 | 100 |

参考文献

- 1) 糸状性微生物同定支援システムの開発に関する研究 (平岡正勝ら、1988年)
- 2) 環境微生物図鑑 (小島貞男ら、1995年)

## 栃木県における光化学オキシダント (Ox) の特性解析調査 (第4報)

保健環境センター 大気環境部 ○齋藤 由実子 石原島 栄二 舘野 雄備<sup>1</sup> 篠崎 絵美 (1工業振興課)

### 1 はじめに

栃木県内の光化学オキシダント (以下「Ox」という) 濃度は、各種排出規制が実施されてきたにも関わらず、環境基準を達成できていない。その対策のため、Ox濃度の上昇要因を解明し行政施策の基礎資料を作成することを目的として、平成23年度から調査研究を開始した。

平成27年度はこれまでに得た知見の検証及びOx生成に直接的に寄与する揮発性有機化合物 (以下「VOC」という) 成分の解析を目的として調査を実施した。本報告は、4年間の研究をまとめたものである。

### 2 調査概要

#### 2.1 データ解析

##### 2.1.1 調査データ及び期間

Ox濃度、非メタン炭化水素 (以下「NMHC」という) 濃度及び窒素酸化物 (以下「NOx」という) 濃度については「とちぎの青空」から平成11~26年度の大気汚染常時監視局データを用いた。

気温・日照時間については、気象庁ホームページから、また太陽高度は、立正大学 (中川) のホームページから計算した値を用いた。VOCの排出量については、環境省ホームページ「PRTRインフォメーション広場」から、平成13~25年度のデータを用いた。

「透過日射量」は、太陽光が観測地点の地表面付近に到達した時の太陽エネルギーを推定するための指標として著者らが着想したものであり、観測地点における太陽高度 ( $\alpha$ ) 及び地球半径 ( $R$ ) や太陽光が通過する大気距離 (大気路程,  $m$ ) についての幾何学的考察と太陽光が大気を通過する際の Lambert-Beer の法則とにより導出した。すなわち、大気圏外における太陽光入射角 (太陽高度と等しい,  $\alpha$ ) を考慮した単位面積当たりの日射強度 ( $I_0$ ) に、太陽光が大気を通過する距離 ( $m$ 、太陽高度  $\alpha$  に依存) による減衰を考慮した透過率 ( $I/I_0$ ) を乗じ、さらに1時間ごとの日照時間 (時間) を乗じて求めたもので、地表面  $1\text{m}^2$  に降りそそぐ1時間ごとの日射量に相当し、太陽高度と日照時間の関数として表される。透過日射量は、式①~⑤の式により求めた。

なお、減衰係数の計算は理科年表のオフィシャルサイトを参照し、透過率はオゾン生成の光化学反応に関与する波長として、 $0.3\mu\text{m}$  を仮定した。また、太陽から放出されるエネルギーとして  $0.3\mu\text{m}$  の波長分のエネルギーのみではなく、全エネルギーの  $1,367\text{W}/\text{m}^2$  を用いているため実測値とは大きく異なっている。ただし、これらのエネルギーは比例関係にあり、波長  $0.3\mu\text{m}$  程度の紫外線が地表面に到達した時の紫外線量の指標として、透過日射量を用いても支障ないものと考えられる。

$$I_0 = 1367 \cdot r_s^{-2} \cdot \sin \alpha \quad \dots \textcircled{1}$$

$$I/I_0 \text{ (太陽光が大気を通過する際の透過率)} = e^{-k} \quad \dots \textcircled{2}$$

$$k = 0.008735\lambda^{-4.08} \quad \dots \textcircled{3}$$

$$m = \frac{-R \sin \alpha + \sqrt{R^2 \sin^2 \alpha + 2Rt + t^2}}{t} \quad \dots \textcircled{4}$$

$$\text{透過日射量 (Wh/m}^2\text{)} = I_0 \cdot I/I_0 \cdot \text{日照時間} \quad \dots \textcircled{5}$$

$I_0$  :  $1\text{m}^2$  あたりの大気外全日射量 ( $\text{W}/\text{m}^2$ )

$r_s$  : 太陽との地心距離 (無名数)

$\alpha$  : 太陽高度 (rad)

$I$  :  $1\text{m}^2$  あたりの地表に届いたときの日射強度 ( $\text{W}/\text{m}^2$ )

$k$  : 波長  $\lambda$  の時の減衰係数 (無名数)

$m$  : 太陽光が通過する大気距離 (大気路程 (無名数))

$t$  : 1大気路程に相当する距離 (10km)

$\lambda$  : 波長 ( $0.3\mu\text{m}$ )

$R$  : 地球の半径 (6,400km)

##### 2.1.2 調査方法

Ox濃度及びOx生成に関わる寄与因子の日内経時的変化や、相関等を調査するため、光化学スモッグ注意報の発生頻度の高い県南地域のうち、大気汚染常時監視及び気象データが入手できる小山市をモデル地域として選定した。平成22~26年度の各種データを用いて、Oxが高濃度となる条件について解析した。広域的挙動の検証には、環境省大気汚染物質広域監視システム「そらまめ君」を用いて関東地方全体の濃度変化を確認した。

### 2.2 現地調査

#### 2.2.1 調査地点

小山市の県南健康福祉センター敷地内 (小山市犬塚3-3-1) で、大気のサンプリングを行った。

#### 2.2.2 調査時期

Ox対策期間中 (4~9月) において、気象条件等からOxが高濃度になると予想された平成28年7月2日、29日、30日、8月4日、20日に調査を実施した。なお、VOCの経時的変化を追跡するために、10時から1時間または2時間ごとに毎正時から10分間大気を採取した。

#### 2.2.3 調査対象物質

最大オゾン生成能 (以下、「MIR」という) は、単位量のVOCが生成しうるオゾン量を表しており、値が大きい物質は、光化学オキシダント生成に対する寄与が大きいとされ、1,140の物質についてMIRの値が公表されている。この中から14物質 (トランス-2-ブテン、シス-2-ブテン、1,3-ブタジエン、1,3,5-トリメチルベンゼン、1,2,4-トリメチルベンゼン、m-キシレン、o-キシ

ン、p-キシレン、トルエン、エチルベンゼン、ベンゼン、ホルムアルデヒド、アセトアルデヒド、ジクロロメタン)を選定して調査対象物質とした。

### 2.2.4 アルデヒドを除くVOC成分の分析方法

午前10～17時において、1～2時間毎に容量6Lの真空キャニスターに、流量0.4L/minで10分間大気を採取した。これを大気自動濃縮装置(GLサイエンス製ACS-2100)を用いて濃縮し、ガスクロマトグラフ質量分析計(アジレント製7890A及び5975C)により測定した。なお、カラムはアジレント製DB-1(内径0.32mm、長さ60m、膜厚1.0μm)を使用した。

### 2.2.5 アルデヒド類の分析方法

2,4-ジニトロフェニルヒドラジン含浸シリカゲルが充填された市販の捕集管(GLサイエンス製GL-Pak mini AERO DNPH)を用いて、流量0.5L/minで10分間大気を採取した。アセトニトリルで抽出して試験液を調製し、UV検出器を装備した高速液体クロマトグラフ(日本分光製LC-2000 Plus)により測定した。

## 3 調査結果及び考察

### 3.1 平成26年度の光化学スモッグ注意報発生状況

小山市の注意報発令日は6月17日、7月26日、8月20日、22日の4日間であり、平成25年より1日増加した。

### 3.2 平成26年8月20日の例(注意報発令日)

平成26年8月20日は朝からよく晴れ、小山市においては14時に気温36.0℃に達し猛暑日となった。図1のとおりから、11時のOx濃度は0.060ppmを超え0.068ppmとなった。風向について一般財団法人日本気象協会が作成した収束線(15時)を基に描いた収束線図を図2に示す。栃木県の中や南部を横断するように収束線があり、小山市は南関東から収束線に向かって吹いていた南風の領域に入っていることがわかる。

過去の事例から、栃木県と埼玉県の間で光化学スモッグ注意報の発令頻度の傾向が類似していることが分かっている。埼玉県の市町村地図を図3に、埼玉県の主な都市と小山市のOx濃度の経時変化を図4に示す。各地点においてOx濃度が最高値を迎えた時間は、早い順に草加市西町(13時、0.106ppm)、さいたま市宮原・鴻巣・幸手市(15時、0.119ppm、0.140ppm、0.143ppm)、羽生市(16時、0.157ppm)と、埼玉県南東部から北東部へかけて経過していた。

羽生市は最も栃木県の県境に近く、17時に小山市でピークを迎えていることから、南関東からの移流による高濃度化が示唆された。なお、羽生市と小山市は、約27.5kmの距離にある。

### 3.3 局地風型

平成19～26年度について、小山市を含む県南部における注意報発令日の9時と15時の局地風型の出現頻度を図5に示す。局地風型5-4型が62%と最も多く、次いで4-4型が16%、5-5型が10%と続いた。これら上位3つの風型で全体の88%とほとんどを占めている。

また15時は3～5型のいずれかが出現しているが、その

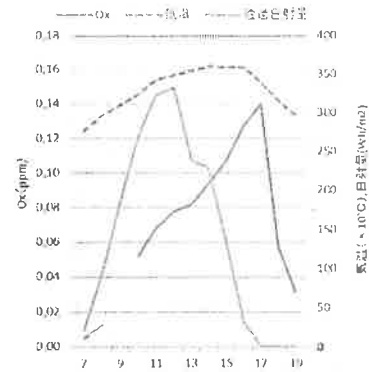


図1 Ox濃度 - 透過日射量 - 気温の経時変化



図2 収束線図(平成26年8月20日15時)



図3 埼玉県の市町村図

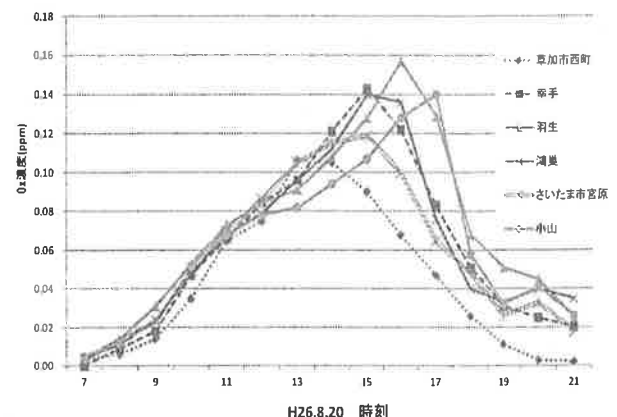


図4 埼玉県及び小山市のOx濃度経時変化

うち85%が4型であり、関東地方を南～南西風が吹き抜けている。こうした傾向は毎年同様にみられ、午後の局地風型が4型であること、すなわち関東南部からの移流の影響が0x高濃度化条件の一つであることが示唆された。

### 3.4 0x濃度の予測

平成22～26年度の0x対策期間（4～9月）の915日間について、毎日11時の0x濃度を図6に示す。なお、注意報の発令日と非発令日が区別できるようにし、後者は月別に表示した。

注意報発令日25日間のうち、11時の0x濃度が0.060ppmを超えた日数は23日間で、全体の92.0%を占めた。一方、データ欠測等を除く非発令日882日間のうち、11時の0x濃度が0.06ppm以下の日数は794日で90.0%を占めた。このことから11時に0x濃度が0.06ppmを超過すると、その日の午後には、注意報レベルの0.12ppmに達する可能性が高いと予測できる。

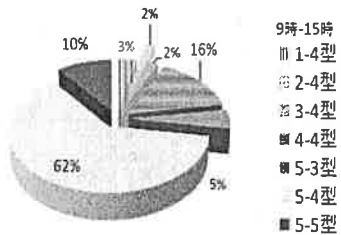


図5 注意報発令日（南部）の局地風型出現頻度  
（平成19年度から26年度まで）

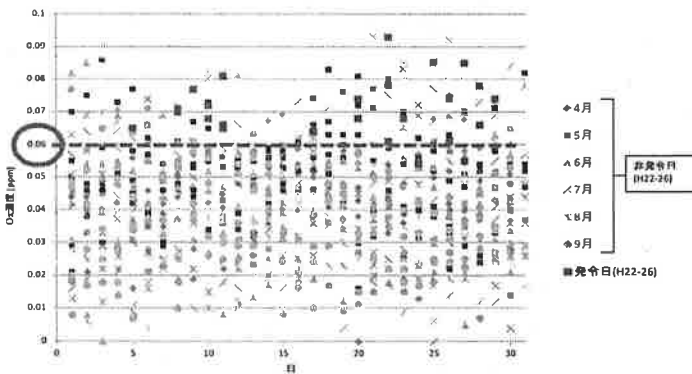


図6 発令・非発令日別11時の0x濃度

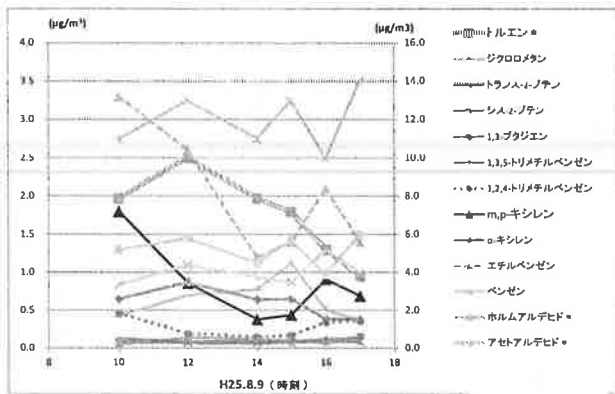


図7 VOC濃度の経時変化  
（平成25年8月9日 注意報発令日）

### 3.5 調査日におけるVOCの濃度変化

調査当日に注意報が発令された8月9日の経時変化を図7に示す。なお、キシレンのm, p-異性体は分離定量できないため、m, p-キシレンとして合算値を表示した。

小山市における「特定化学物質の環境への排出量の把握等及び管理の改善の促進に関する法律」に基づく届出排出量（以下「排出量」という。）によると、排出量上位3物質は、平成20年度から変わらずキシレン、エチルベンゼン、トルエンの順で不変であった。特にキシレンは平成13年度以降、小山市においては一貫して最大排出量物質であり、それ以外の物質と比較して突出して多い。

これら3種の芳香族炭化水素の濃度は経時的に大きく変動していた。一方ベンゼンについては、小山市における届出排出量が平成13年度からほとんど変わらず、0.3t/年とほぼ一定である。また、OHラジカルとの反応速度定数は1.22cm<sup>3</sup>/mol・s、MIRは0.72と、光化学反応性が低い。これらのことから芳香族炭化水素の濃度変化を検討する際、ベンゼン濃度は不変と考え、（芳香族炭化水素/ベンゼン）の濃度比を指標としその経時変化によって0x生成に関わる特定のVOC成分の寄与を考察することとした。なお、排出源からの初期濃度比は一定であると仮定した。ベンゼンは光化学反応を受けにくいことから、濃度比が減少した時には、光化学反応による芳香族炭化水素の消失が主に起きたと考えられ、一方、ベンゼン濃度または濃度比が増加した時には、大気組成の変化が生じたと考えられる。

平成25年8月9日における、キシレン、エチルベンゼン、トルエンについて、それぞれのベンゼン濃度比の経時変化を図8に示す。午前中にキシレン、エチルベンゼン及びトルエンについて、いずれも濃度比が減少しており、光化学反応による消失が起きたと考えられる。また、14-15時には3成分共に濃度比が上昇しており、大気組成の変化が起きたと考えられる。局地風型は5-4型であり、午後15時には南風が吹いていることから、南関東からの移流によって0x濃度が上昇したことが示唆された。

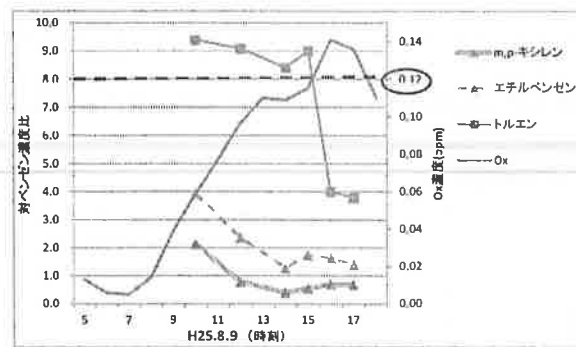


図8 芳香族炭化水素/ベンゼン濃度比の経時変化  
（平成25年8月9日 注意報発令日）

## BOD 測定のための希釈水の検討について

県北健康福祉センター ○野中貴子、千野根純子、新井和男、奥田千尋、酒井久美子、  
福田亮人、栗野哲実、※大橋俊子（県南健康福祉センター）

## 1 はじめに

県北健康福祉センター（以下当センターとする。）では行政検査として工場排水の生物化学的酸素要求量測定（以下 BOD 測定とする。）を実施している。測定方法の根拠である JISK0102 21（以下 JIS とする。）では、BOD 測定に用いる希釈水は、「ばっ気して溶存酸素を飽和させた水で、5 日間の酸素消費量が 0.2mg/L 以下であること」を求めている。

ところが、H25 年度に、希釈水の 5 日間の酸素消費量（以下希釈水 BOD とする。）が 0.2mg/L を大きく超えてしまう不具合が発生した。当時は、保健環境センター水環境部の助言により操作法の改善を行い、さらに測定機器の修繕を実施することによって不具合は改善したが、根本的な原因究明には至っていなかった。

このため、試験室の環境等を含めて再度検討を行ったところ、BOD 測定のための希釈水について若干の知見を得たので報告する。

## 2 実験方法等

## (1) 器具と装置等

試験に用いた培養瓶は 102ml 容量のガラス製を用い、20℃培養には、サンヨー製インキュベーター MIR-253（遮光）を用いた。

溶存酸素は YSI 5100 (5010 型電極) 溶存酸素計により測定し、測定時の試料溶液の温度を 20℃一定とするため、ヤマト製恒温水槽 GA801 を用いた。

水はアドバンテック製蒸留水製造装置 RFD332NA で精製したものを使用し、希釈水用緩衝液 A～D 液は関東化学製の調製済み試薬を用いた。

## (2) 測定方法

BOD の測定は JIS 法に従い、また、細菌数の測定は、標準寒天培地（栄研化学製）を用い、培養温度を 36℃とし、48 時間培養後の菌数を計測した。なお、希釈水を調整する際のばっ気時間は 1 時間とした。

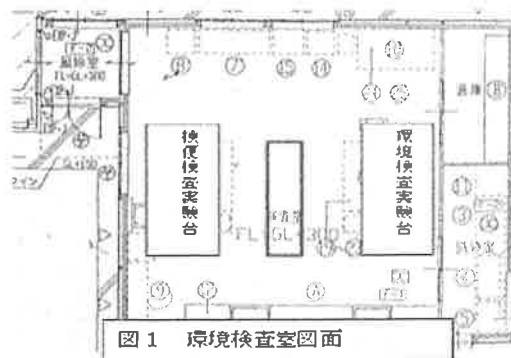
## 3 結果と考察

## (1) 希釈液の室内汚染源の検討とそれについての改善

## ① 室内汚染源の検討

## ①-1 消毒用エタノールについて

図 1 に示すように、当センター環境検査室内では、検便検査も行っており、検便検査を実施した際には、使用器具等に消毒用エタノール（以下消エタとする。）の噴霧を行っている。JIS や三沢ら<sup>\*1)</sup>の報告では、汚染空気をばっ気することによる希釈水汚染を指摘しており、それを防



ぐため、JIS では、「空気を活性炭ろ過器でろ過し、次に硫酸酸性過マンガン酸カリウム溶液で洗い、更に水酸化カリウム溶液で洗うこと（以下 JIS 法ばっ気とする。）」を推奨している。また、衛生試験法注解（2015）には、エタノールは BOD の酸素消費量が非常に高い有機物の一つとして示されている。

そこで、まず、消エタを使用した際に、JIS 法ばっ気と検査室内空気を洗浄せずそのままばっ気（以

下直接ばっ気とする。) した場合について、希釈水 BOD の比較を行った。

### ①-2 消毒用エタノール噴霧の影響

それぞれの希釈水 BOD の結果を表 1 に示す。なお、表中の「検査室 BL」は検便検査等を約 10 日間実施していない環境で、JIS ばっ気及び直接ばっ気を行い、それぞれの希釈水 BOD を測定した。

これらの結果から、まず、消毒用エタノールを噴霧することによって室内空気環境は有機物に汚染され、JIS 法に従ってばっ気を行っても、希釈水 BOD が基準 0.2mg/mL を超えてしまうことが分かった。

消毒用エタノールと当センターで主に使用しているエコ消毒用エタノール(消毒用エタノール含有量が同じで、ユーカリ油が添加されている)について比較したが、有意な差は認められず、どちらも高い希釈水 BOD を示した。

また、検査室 BL の結果より、当センターの環境検査室においては、JIS 法ばっ気では基準が満たされるものの、直接ばっ気では希釈水 BOD の基準を超過していることがわかった。なお、この測定の際には直前の換気は行わなかった。

### ①-3 アルコールタオルの使用について

環境検査室では、消毒用エタノールの空気汚染を考慮し、BOD 測定と検便検査が同時に行われる場合には、基本的にアルコールタオルを使用している。このため、希釈水ばっ気中のアルコールタオルの使用について検討した。

### ①-4 アルコールタオル使用の影響

アルコールタオルを使用した場合の希釈水 BOD の結果を表 2 に示す。

直接ばっ気では希釈水 BOD は、消毒用エタノールを噴霧した場合よりも低い値を示し、JIS 法ばっ気では希釈水 BOD の基準を満たしていた。

### ② 汚染源の改善について

次に、希釈水をばっ気する際に、検査室の窓を全開放し、換気することで、室内の汚染空気を清浄化することを試みた。表 3 に、室内空気を 1 時間換気しつつ、ばっ気を行った場合の希釈水 BOD を示す。

検査室 BL は、換気をしなかった場合と比較して、JIS 法及び直接ばっ

表 1 消毒用エタノール噴霧における希釈水の溶存酸素消費量(mg/mL)

|         | 検査室BL                 | 消毒用エタノール噴霧          | エコ消毒用エタノール噴霧        |
|---------|-----------------------|---------------------|---------------------|
| JIS法ばっ気 | -0.01<br>(-0.02~0.01) | 0.25<br>(0.08~0.40) | 0.26<br>(0.12~0.36) |
| 直接ばっ気   | 0.31<br>(0.30~0.32)   | 1.70<br>(1.52~1.80) | 1.41<br>(1.36~1.44) |

備考・溶存酸素消費量はn=3の平均値であり、( )内は測定値範囲を示す。  
 ・消毒用エタノールは、検便用実験台で5回噴霧後、希釈水のばっ気を開始した。  
 ・消毒用エタノールとエコ消毒用エタノールの噴霧実験の間には、検査室の窓を開放(約10分)し、換気を行った。

表 2 アルコールタオル使用における希釈水の溶存酸素消費量(mg/mL)

|         |                        |
|---------|------------------------|
| JIS法ばっ気 | -0.11<br>(-0.13~-0.10) |
| 直接ばっ気   | 0.83<br>(0.81~0.85)    |

(検査日:H27.4.22)

備考・溶存酸素消費量はn=3の平均値であり、( )内は測定値範囲を示す。  
 ・アルコールタオル2枚を使用し、検便用実験台を拭き取り後実験台に放置し、直ちに希釈水のばっ気を開始した。

表 3 換気後の希釈水の溶存酸素消費量(mg/mL)消毒用エタノール噴霧の場合

|         | 検査室BL                 | 消毒用エタノール噴霧          | エコ消毒用エタノール噴霧         |
|---------|-----------------------|---------------------|----------------------|
| JIS法ばっ気 | -0.01<br>(-0.02~0.01) | 0.07<br>(0.04~0.12) | 0.04<br>(-0.12~0.12) |
| 直接ばっ気   | 0.07<br>(0.05~0.08)   | 0.85<br>(0.81~0.91) | 1.17<br>(1.12~1.24)  |

備考・溶存酸素消費量はn=3の平均値であり、( )内は測定値範囲を示す。  
 ・ばっ気時は窓を開放のままとし1時間換気した。  
 ・消毒用エタノールは、検便用実験台で5回噴霧後、希釈水のばっ気を開始した。  
 ・消毒用エタノールとエコ消毒用エタノールの噴霧実験の間には、検査室の窓を1時間開放し、換気を行った。

気、ともに希釈水 BOD は低く、希釈水 BOD 基準を十分に満たしていた。また、消エタの影響についても、換気をしなかった場合と比較して、JIS 法及び直接ばっ気ともに希釈水 BOD は低く JIS 法ばっ気では基準を満たしていた。

本方法により、行政検査を実施したところ、JIS 法ばっ気はすべて希釈水 BOD 基準を満たしていた (n=30)。これらのことから、当センター環境検査室では、消エタで室内空気が汚染されている可能性を考慮し、それを防ぐため、換気を行うことが重要であることが分かった。

## (2) ばっ気せず1週間保存した希釈水（以下保存希釈水とする。）の検討

希釈水を調製する際のばっ気による汚染混入については、(1)により換気を行うことで改善されることが確認されたが、より安定した希釈水 BOD を得るため、日暮ら<sup>\*2)</sup>の報告に着目し、ばっ気せず希釈水を調整することを試みた。図2に、H28年2月に蒸留水に4種類の緩衝液を添加し、20℃暗所で約2週間保存し、DO及び細菌数の変化を測定した結果を示す。

DOは6日目で一定となり、細菌数も併せて6日目まで増加した後一定となり、10日目付近で減少した。この結果を含めて同様な保存試験を5回程試みたが、すべて同じ傾向を示した。

日暮らの<sup>\*2)</sup>報告によると、「緩衝液A及びBに存在する細菌が増殖し、緩衝液に若干含まれる有機物を細菌が同化することにより酸素を消費するため、希釈水を1週間保存することによりDOが飽和となり、ばっ気することなく希釈水を調整することができる」と考えられている。本検討の結果はこの報告と同様であり、希釈水を保存することにより、安定したDOが得られることが認められた。また、保存希釈水について、行政検査と併行して検討したところ、希釈水 BOD は、すべて基準を満たし (n=20)、加えて、保存希釈水でサンプルの BOD 測定を行った結果、すべてのサンプルにおいて、JIS 法によりばっ気した希釈水と同程度の BOD 値が得られた (n=16)。

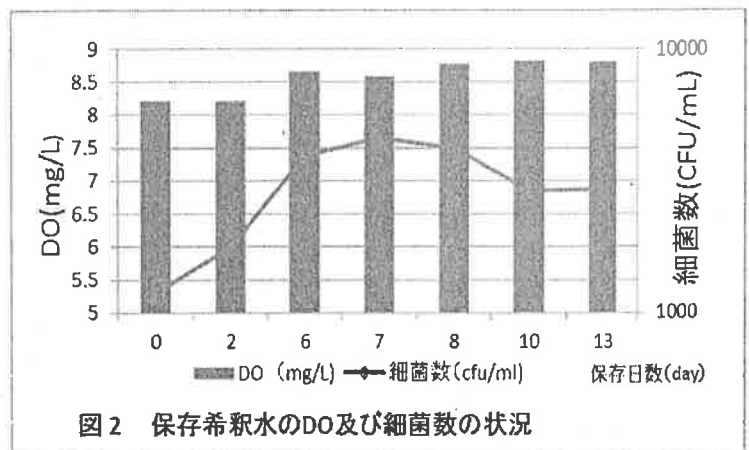


図2 保存希釈水のDO及び細菌数の状況

これらの結果より、保存希釈水は、室内の汚染した空気をばっ気すること無く調製することができ、かつ、ばっ気時間を省略でき効率的であり、より有効であることが示唆された。

## 4 まとめ

- ・当センター環境検査室の現況では、希釈水を汚染する物質は消エタであることが認められた。
- ・消エタの汚染を改善するには、希釈水をばっ気する際に、十分な換気を行う必要がある。
- ・保存希釈水は、1週間の保存中にDOが飽和となるため、ばっ気する必要がなくなり、ばっ気によって生じかねない検査室内空気環境汚染も避けられ有効である。

## 5 参考資料

\*1) 三沢ら BOD 測定法の検討 環境技術 Vol.10 No.2 (1981)

\*2) 日暮ら 高精度 BOD 測定のための希釈水の水質及び植種の活性向上の検討 BUNSEKI KAGAKU Vol. 63, No4 (2011)

志渡沢川の河川汚濁機構解明調査

保健環境センター 水環境部 ○赤羽 則臣 野澤 剛 田村 博

1 目的

栃木県は平成 28 年 3 月、水質汚濁に係る生活環境の保全に関する環境基準の水域類型指定の見直しを行った。

本調査は栃木県日光市を流れる志渡沢川について、流域の状況、現状水質、汚濁負荷量等の現状把握及び将来水質の予測を実施し、水域類型指定見直しのための資料とすることを目的として実施したものである。

2 調査方法

支川の流入位置を勘案し、流域を 5 ブロックに分け(図 1)、水質基点を志渡沢川本川に 4 点(A~D)設定し、以下のとおり調査を実施した。

2.1 現地調査

各ブロックの流入地点(支川の末流若しくはブロック内の最下流地点)及び本川の各水質基点において以下の項目について調査した。

流量、流速、BOD、水質基点 D までの距離及び流下時間

2.2 汚濁負荷量の算定

各ブロックの負荷量を平成 22 年国勢調査結果、平成 25 年栃木県観光客入込数・宿泊数推定調査結果、平成 25 年工業統計結果報告書等を基に生活系、観光系、産業系、面源系の 4 つに分け算定した。各負荷量の算出方法は表 1 に示すとおりである。

2.3 将来予測

流量、流速、汚濁負荷量等を用いて Streeter-Phelps 式により河川自浄係数、汚濁流達率を算出し、平成 32 年度を対象年として人口推移、下水道水洗化率、産業出荷額、観光客数の変化を勘案して環境基準点(D)における将来水質を予測した。

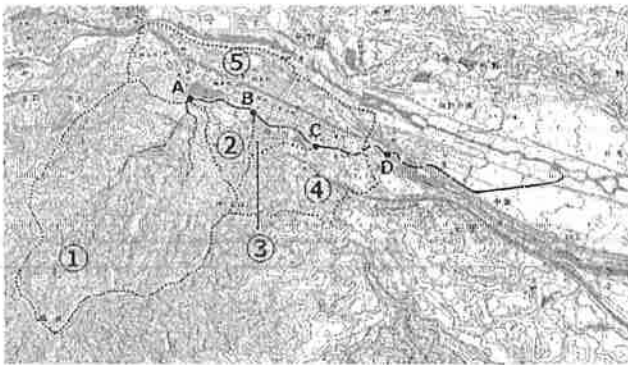


図 1 志渡沢川流域並びに水質基点の位置図

表 1. 汚濁負荷量の算定方法

| 点源  |         | 発生・排出源名  | 算定方法  |
|-----|---------|--|---|
| 生活系 | 合併処理浄化槽 | 合併処理浄化槽  | $(\text{し尿} + \text{雑排水}) \text{発生負荷原単位} \times \text{排出率} \times \text{合併処理浄化槽人口}$                               |
|     |         | 単独処理浄化槽  | $(\text{し尿} + \text{雑排水}) \text{発生負荷原単位} \times \text{排出率} + (\text{雑排水}) \text{発生負荷原単位} \times \text{単独処理浄化槽人口}$ |
|     | 汲み取り    | $(\text{雑排水}) \text{発生負荷原単位} \times \text{汲み取り人口}$ |   |
|     | 産業系     | 水質汚濁防止法等対象   | 排水量 $\times$ 排水水質   |
| その他 |         | 発生負荷原単位 $\times$ 出荷額 $\times$ 排出率                  |   |
| 観光系 | 日帰り客    | 日帰り客発生負荷原単位 $\times$ 排出率 $\times$ 日帰り客数            |   |
|     | 宿泊客     | 宿泊業に属する特定施設の排出負荷量                                  |   |
| 営業系 | -       | 家庭排水と同様とみなし、算定除外とする。                               |   |
| 面源  | 面源系     | ブロック内人口および面積                                       | $L = 0.06 \times QA$<br>L: 自然汚濁負荷量 (kg/日・km <sup>2</sup> ), QA: 平均比流量 (l/s・km <sup>2</sup> )                      |

3 調査結果

3.1 現地調査

現地調査によって得られた各水質基点での調査結果は表 2、各ブロックの流入地点の調査結果は表 3 のとおりであった。

表 2. 各水質基点の調査結果

| 水質基点 | 流量 (m <sup>3</sup> /s) | 流速 (m/s) | BOD (mg/L) | 基点Dまでの距離(m) | 基点Dまでの流下時間(s) |
|------|------------------------|----------|------------|-------------|---------------|
| A    | 0.082                  | 0.47     | 0.18       | 1923        | 4844          |
| B    | 0.068                  | 0.35     | 0.17       | 1334        | 3406          |
| C    | 0.073                  | 0.54     | 0.22       | 739         | 2071          |
| D    | 0.140                  | 0.17     | 0.76       | -           | -             |

表 3. 各ブロックの流入地点の調査結果

| ブロック | 人口   | 面積 (km <sup>2</sup> ) | 基点Dまでの距離(m) | 基点Dまでの流下時間 (s) | 流入流量 (m <sup>3</sup> /s) | 流入BOD(mg/L) |
|------|------|-----------------------|-------------|----------------|--------------------------|-------------|
| 1    | 0    | 2.348                 | 1923        | 4844           | 0.0816                   | 0.18        |
| 2    | 43   | 0.222                 | 1336        | 3412           | -                        | -           |
| 3    | 68   | 0.135                 | 741         | 2077           | 0.0049                   | 0.19        |
| 4    | 530  | 0.401                 | 370         | 1037           | -                        | -           |
| 5    | 2464 | 0.984                 | 206         | 577            | 0.0713                   | 1.24        |

3.2 汚濁負荷量の算出

各ブロック内の発生源別汚濁負荷量を表 4 及び図 2 に、汚濁負荷の割合を図 3 に示す。

表 4. 発生源別汚濁負荷量(kg/年)

| ブロック | 生活系     | 産業系     | 観光系     | 面源系     | 計       |
|------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1    | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 1181.89 | 1181.89 |
| 2    | 33.46   | 22.16   | 6.27    | 111.75  | 173.64  |
| 3    | 52.08   | 34.48   | 9.76    | 67.95   | 164.28  |
| 4    | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 201.85  | 201.85  |
| 5    | 1997.33 | 1500.14 | 1070.16 | 495.31  | 5062.94 |
| 計    | 2082.88 | 1556.78 | 1086.20 | 2058.74 | 6784.60 |



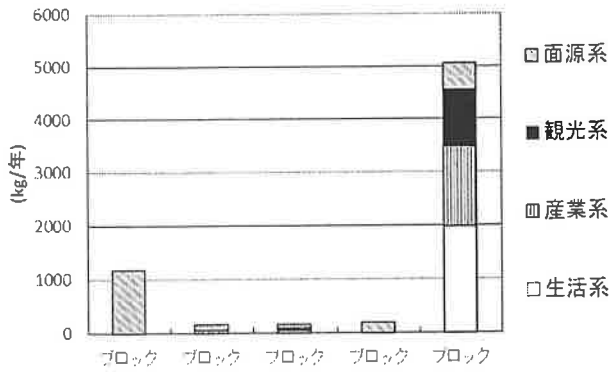


図2. ブロック別汚濁負荷量

ブロック1及び5の発生源負荷量が大きく、ブロック2、3及び4からの発生源負荷量はごく僅かであった。またその割合はブロック1では面源系負荷が100%を占め、市街地のブロック5は生活系、産業系、観光系の負荷が大きい結果となった。なおブロック4は流入支川がないため面源負荷のみとなっている。

流域全体では図3に示すとおり、生活系及び観光系で47%と汚濁負荷のほぼ半分を占め、産業系は23%であった。

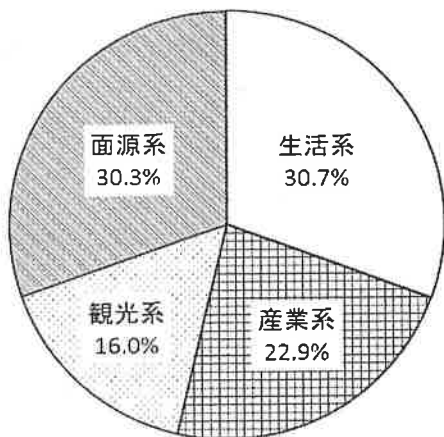


図3. 発生源別汚濁負荷量割合

### 3.3 解析

#### 3.3.1 汚濁流達率及び河川自浄係数

各ブロックにおける汚濁負荷量と流入水の実測値から汚濁流達率は表5のとおり算出され、河川自浄係数は $0.0583h^{-1}$ と算出された。

表5. 各ブロックの流達率

| ブロック | 流達率                 |
|------|---------------------|
| 1    | 0.392               |
| 2    | 0.179 <sup>1)</sup> |
| 3    | 0.179               |
| 4    | 0.179 <sup>1)</sup> |
| 5    | 0.550               |

1) 調査時ブロック2、4からは流入水がなかったため、地理的要因が類似しているブロック3の流達率を使用した。

#### 3.3.2 水質予測式の再現性検証

3.3.1で得られた汚濁流達率と河川浄化係数を用いて、Streeter-Phelpsの式により、各水質基点におけるBOD値を算出し、それらの値と実測値とを比較することにより再現性の検証を行った。

その結果を表6に示す。

全ての水質基点で実測値と計算値の乖離が±30%未満であり、水質予測式の再現性は良好であったため、流達率の補正は行わないこととした。

表6. 各水質基点における再現性の検証結果

| 水質基点 | 実測値 (mg/L) | 計算値 (mg/L) | 実測値と計算値の乖離 (%) |
|------|------------|------------|----------------|
| A    | 0.18       | 0.18       | ±0             |
| B    | 0.17       | 0.21       | +24            |
| C    | 0.22       | 0.20       | -9             |
| D    | 0.76       | 0.72       | -5             |

#### 3.3.3 環境基準点(筋違橋)の負荷量

各ブロックの発生源から発生した汚濁負荷が環境基準点である筋違橋(水質基点D)に到達した時点での負荷の割合を図4に示す。ブロック5からの負荷量が全体の84%を占めており、次いでブロック1の13%となっている。また、発生源別の割合は図5に示すとおりであり、生活系と観光系で約半分を占め、産業系の影響は全体の約1/4であった。

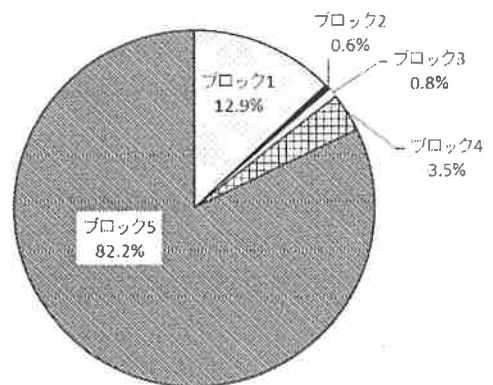


図4. 筋違橋 (水質基点 D) におけるブロック負荷量の割合

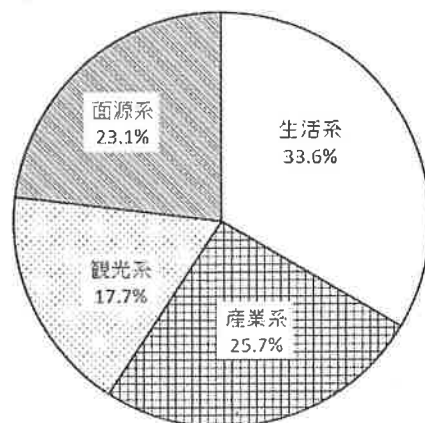


図5. 筋違橋 (水質基点 D) における汚濁負荷量の割合

#### 4 将来水質の予測

平成 32 年時点の志渡淵川の水質を人口、下水道普及率、工業出荷額、観光客数が以下のとおり変化するものとして予測した。

##### (1) 人口

各ブロックの将来人口は平成 32 年度推計人口<sup>1)</sup>と日光市の現在の人口の比と同じ比で変化するものとする。この想定での各ブロックの現在の人口及び将来人口は表 7 に示すとおりとなる。

表 7. ブロック別平成 27 年人口及び  
平成 32 年推定人口

| ブロック | 平成 27 年 | 平成 32 年 |
|------|---------|---------|
| 1    | 0       | 0       |
| 2    | 41      | 39      |
| 3    | 64      | 61      |
| 4    | 503     | 476     |
| 5    | 2461    | 2328    |

##### (2) 下水道水洗化率

近年の下水道水洗化率の推移を加味して平成 27 年度から平成 32 年度にかけて対象水域の水洗化率が 2% 上昇し、94% になる。

##### (3) 工業出荷額

日光市産業振興ビジョン<sup>3)</sup>において日光市は市民一人当たりの総生産額を平成 30 年度までに平成 18 年度比 20% 増加することを目標としている。そこで、工業出荷額は平成 30 年度に平成 18 年度比で 20% 増加し、その後平成 32 年度までは横ばいで推移するものとする。この想定での産業中分類別工業出荷額は表 8 に示すとおりとなる。なお、平成 27 年度時点で目標値に達しているものはそのまま推移とした。

表 8. 産業中分類別工業出荷額(百万円)

| 中分類       | 平成 27 年 | 平成 32 年 |
|-----------|---------|---------|
| 食品        | 34,555  | 34,555  |
| 飲料・たばこ    | 999     | 1,263   |
| 木材        | 2,698   | 2,698   |
| 家具        | 932     | 1,054   |
| パルプ・紙     | 1,914   | 2,172   |
| 印刷        | 327     | 434     |
| 化学        | 132,589 | 132,589 |
| プラスチック    | 2,464   | 2,464   |
| 窯業・土石     | 4,164   | 5,034   |
| 非鉄        | 98,721  | 140,539 |
| 金属        | 12,717  | 16,928  |
| 一般機械器具製造業 | 4,060   | 21,916  |
| 電子部品      | 24,300  | 24,300  |
| 電気機械      | 18,213  | 18,213  |
| 情報機械      | 1,609   | 4,022   |
| 輸送機械      | 803     | 1,826   |
| その他       | 2,887   | 3,511   |
| 計         | 343,952 | 413,518 |

#### (4) 観光客数

宿泊観光客数および日帰り観光客数は、日光市産業振興ビジョンにおける平成 30 年度の目標値まで増加し、その後平成 32 年度まで横ばいで推移するものとする。この想定でのブロック別の日帰り客数及び宿泊客数を表 9 に示すとおりとなる。

表 9. ブロック別平成 27 年観光客数及び

平成 32 年推定観光客数

| ブ<br>ッ<br>ク | H27 観光客数      |              | H32 推計観光客数    |              |
|-------------|---------------|--------------|---------------|--------------|
|             | 日帰り客<br>(人/日) | 宿泊客<br>(人/日) | 日帰り客<br>(人/日) | 宿泊客<br>(人/日) |
| 1           | 0             | 0            | 0             | 0            |
| 2           | 34            | 9            | 44            | 12           |
| 3           | 53            | 14           | 75            | 20           |
| 4           | 414           | 107          | 592           | 157          |
| 5           | 2029          | 522          | 2897          | 770          |

以上の想定で各ブロックにおける負荷量を算出すると、表 10 に示すとおりとなる。

また、算出した汚濁負荷量を基に平成 32 年時点の水質を予測した結果を表 11 に示す。

表 10. ブロック別負荷量予測値(kg/年)

| ブロック | 平成32年   |         |         |         |         |
|------|---------|---------|---------|---------|---------|
|      | 生活系     | 産業系     | 観光系     | 面源系     | 計       |
| 1    | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 1181.89 | 1181.89 |
| 2    | 22.50   | 21.16   | 6.03    | 111.75  | 161.44  |
| 3    | 35.02   | 32.94   | 10.46   | 67.95   | 146.37  |
| 4    | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 201.85  | 201.85  |
| 5    | 1344.36 | 1485.91 | 1426.96 | 495.31  | 4752.54 |
| 計    | 1401.88 | 1540.02 | 1443.45 | 2058.74 | 6444.09 |

表 11. 各水質基点の現況水質と平成 32 年予測水質

| 水質基点   | BOD (mg/L) |         |
|--------|------------|---------|
|        | 平成 27 年    | 平成 32 年 |
| A      | 0.18       | 0.18    |
| B      | 0.17       | 0.22    |
| C      | 0.22       | 0.22    |
| D(筋違橋) | 0.76       | 0.70    |

環境基準点の筋違橋の水質は調査時点の 0.76mg/L から 0.70mg/L へと良好となると予想された。

#### 5 参考資料

1) 日本の地域別将来推計人口－平成 22(2010)年から平成 52(2040)年－(国立社会保障・人口問題研究所平成 25 年 3 月推計)

2) 日光市産業振興ビジョン(日光市 平成 21 年 9 月)